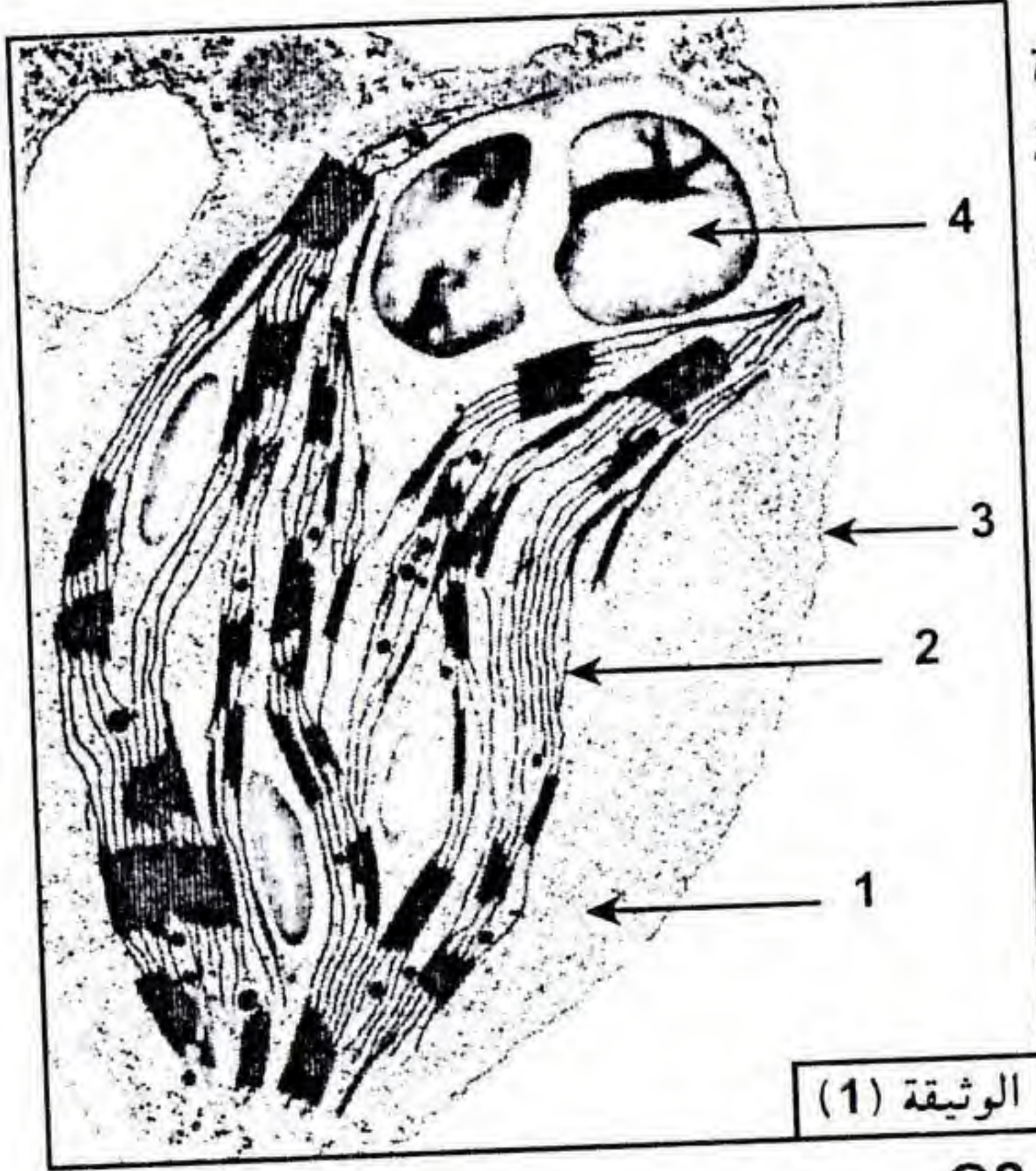


## تمارين

### تمرين 1:



لحل الوثيقة (1) صورة  
المغشية تقوم بتحويل الطاقة  
الضوئية إلى طاقة مخزنة في  
العناصر 4.

1. تعرف على العضية وضع  
بالات العناصر المرقمة.

2. لمعرفة كيف يتم تركيب  
العنصر 4 تم إنجاز التجارب التالية:

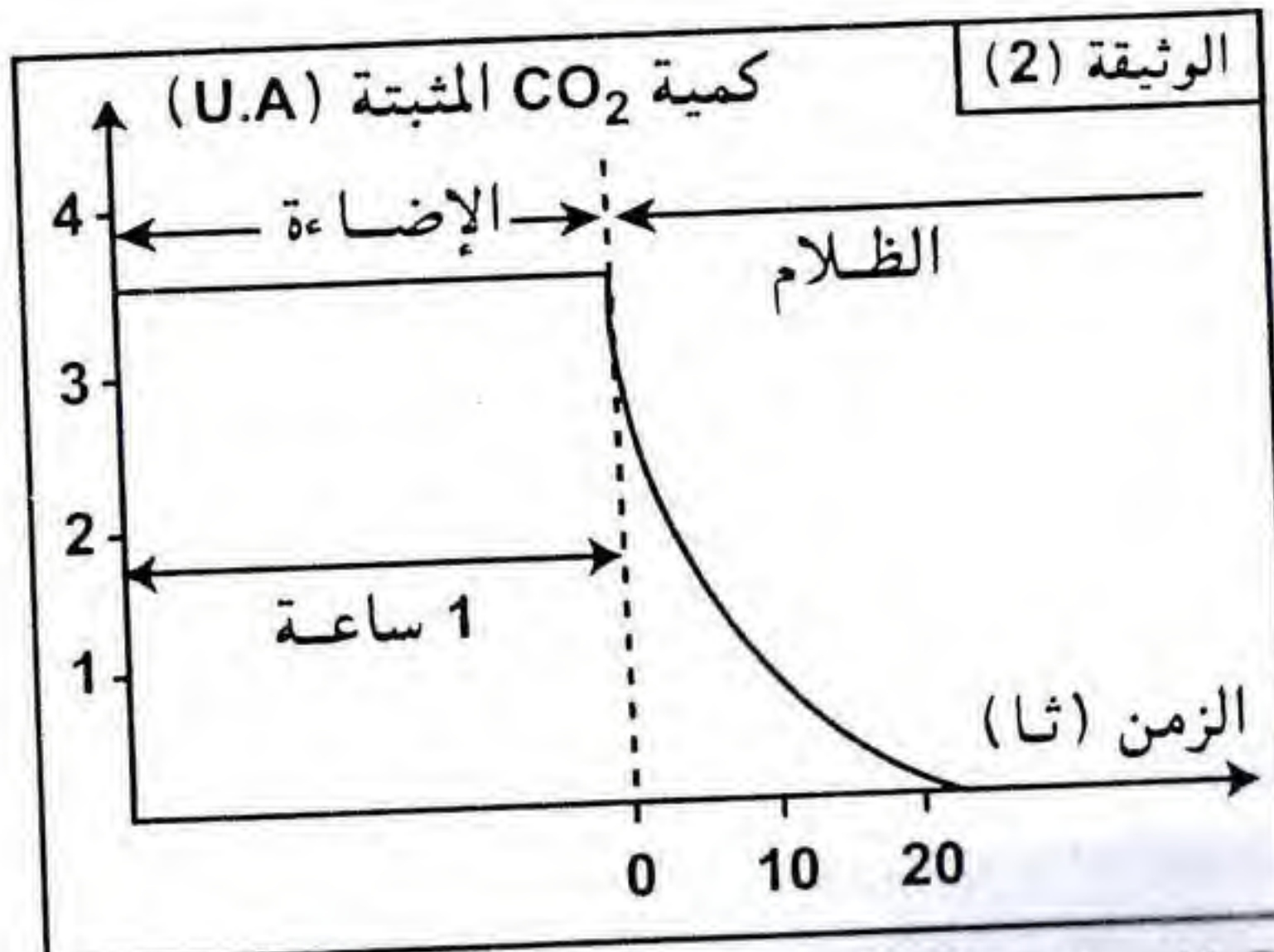
التجربة 1: نضع معلق  
المغشيات السابقة في وسط  
بيولوجي خال من الـ  $O_2$  و  
 $CO_2$  ويحتوي على كمية كافية  
من الـ  $NADP^+$  ،  $ADP$  و  $P_i$ .

نعرض للضوء فنلاحظ: - انطلاق  $O_2$

- ظهور  $NADPH$  ،  $H^+$

- ظهور الـ  $H^+$  داخل العناصر 2

- إنتاج الـ  $ATP$ .



أ. لفسر النتائج المحصل عليها.

التجربة 2: نضع أشنة  
الطحالب في ماء غني بـ  
 $CO_2$  المشع نعرضها للضوء  
14 ساعة ثم نقلها إلى الظلام،  
نقاس كمية  $CO_2$  المثبتة  
في ليل الأشنة والنتيجة موضحة  
في المنحنى الوثيقة (2).

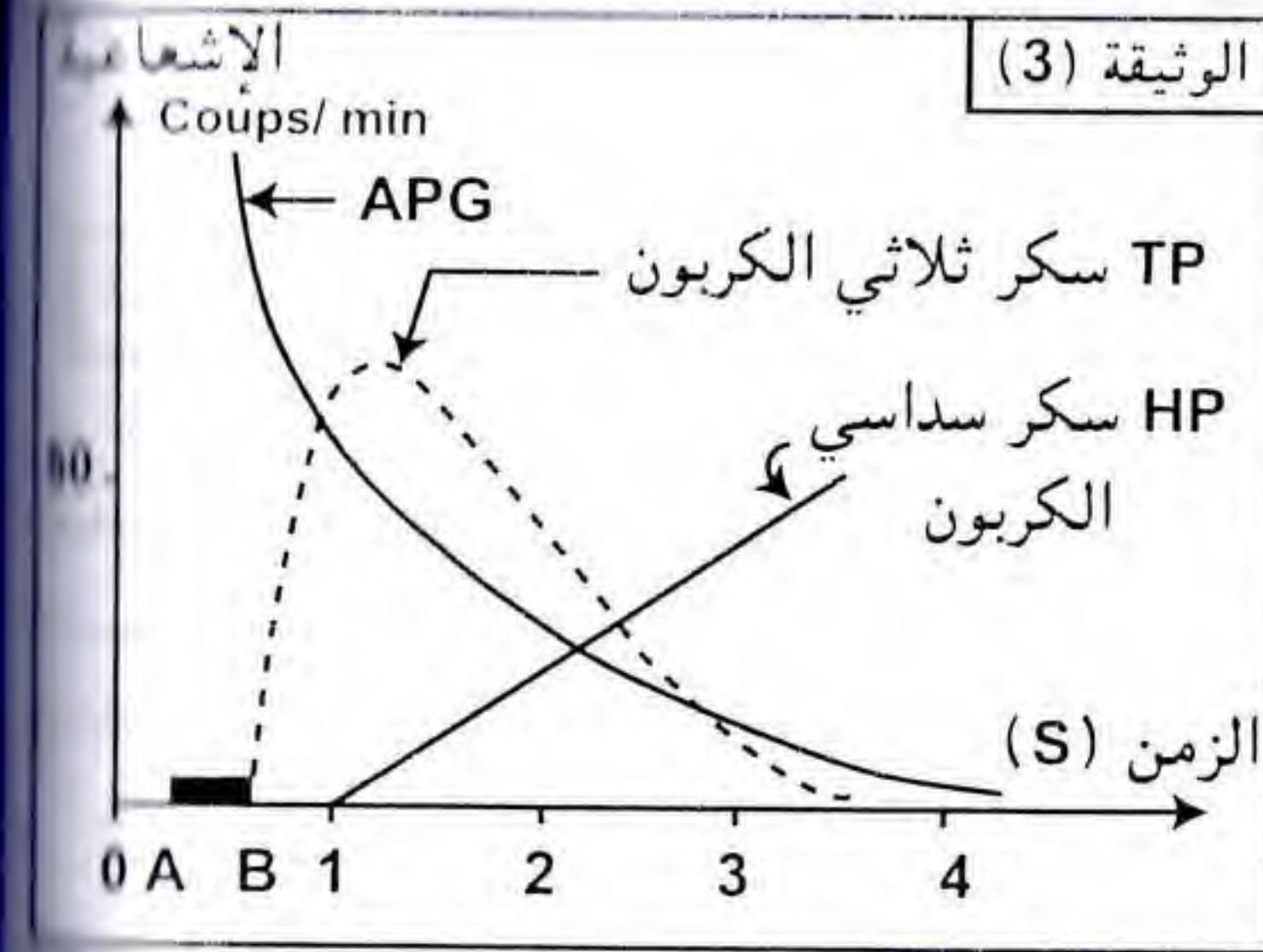
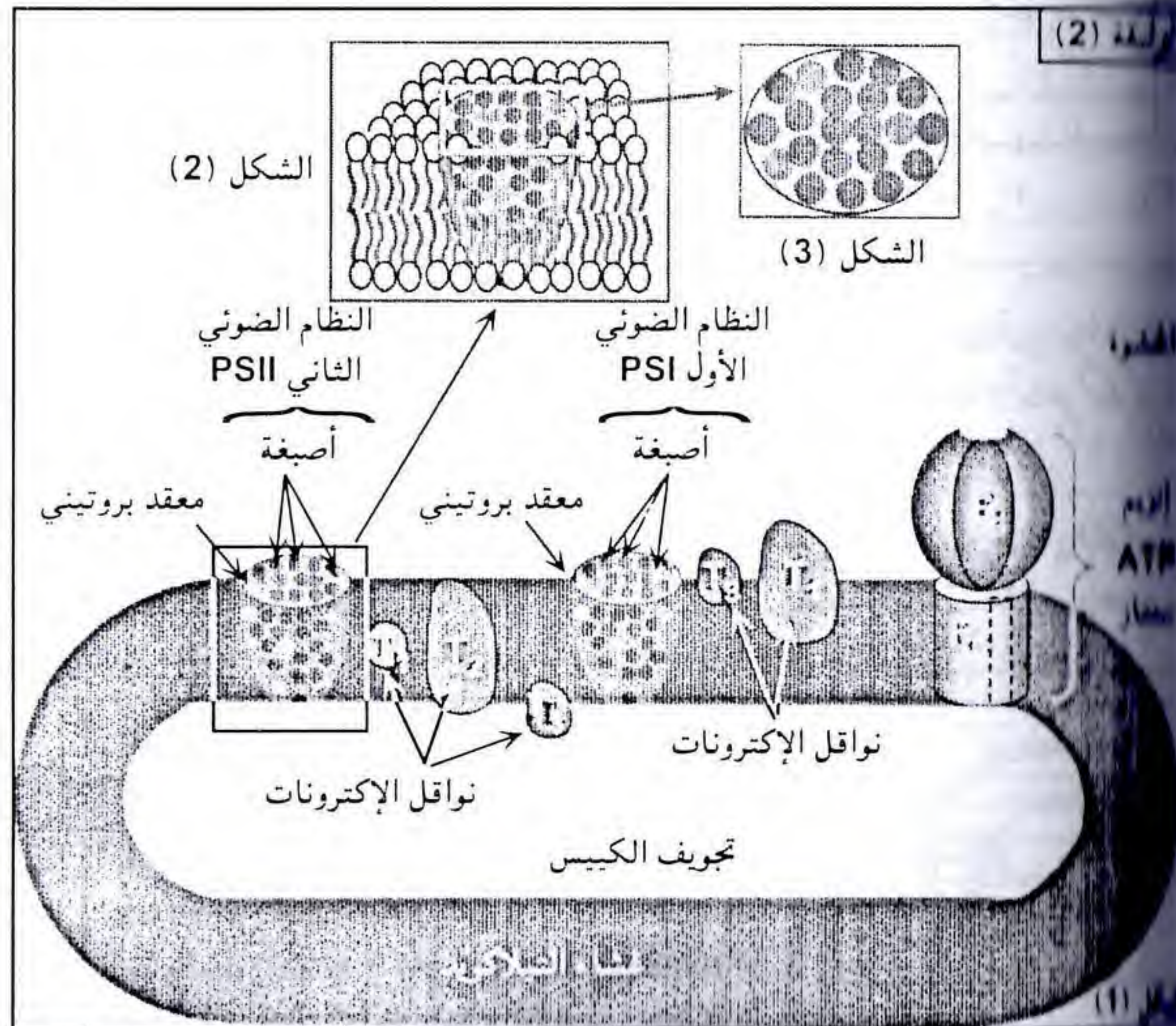
ب. حلل المنحنى.

ج. كيف تفسر تغير كمية  $CO_2$  المثبتة في الظلام.



العنصر	أهم المكونات الكيميائية
العنصر (3)	- أصبغة يعضوية - أصبغة أشباه الجزرين - نواقل الإلكترونات - نوعان من الأنظمة الضوئية (PSI و PSII) - إنزيم ATP سنتاز (الكريه المذبذبة)
العنصر (8)	غشاء مرافقات إنزيمية (NADPH و NADP+) ATP ، ADP و Pi إنزيمات متنوعة أهمها ريبولوز ثنائي الفوسفور كربوكسيلاز Rubisco

مقارن بين مكونات كل من العنصر 3 وغشاء العنصر 8، ماذا تستنتج؟  
 يمثل الشكل (1) من الوثيقة (2) رسم تخطيطي لتموضع مكونات غشاء العنصر 8 بينما يمثل الشكل (2) من نفس الوثيقة رسم تخطيطي لمقطع في جزء من غشاء العنصر 8 أما الشكل (3) فمثل رسم تخطيطي مبسط لنظام ضوئي.

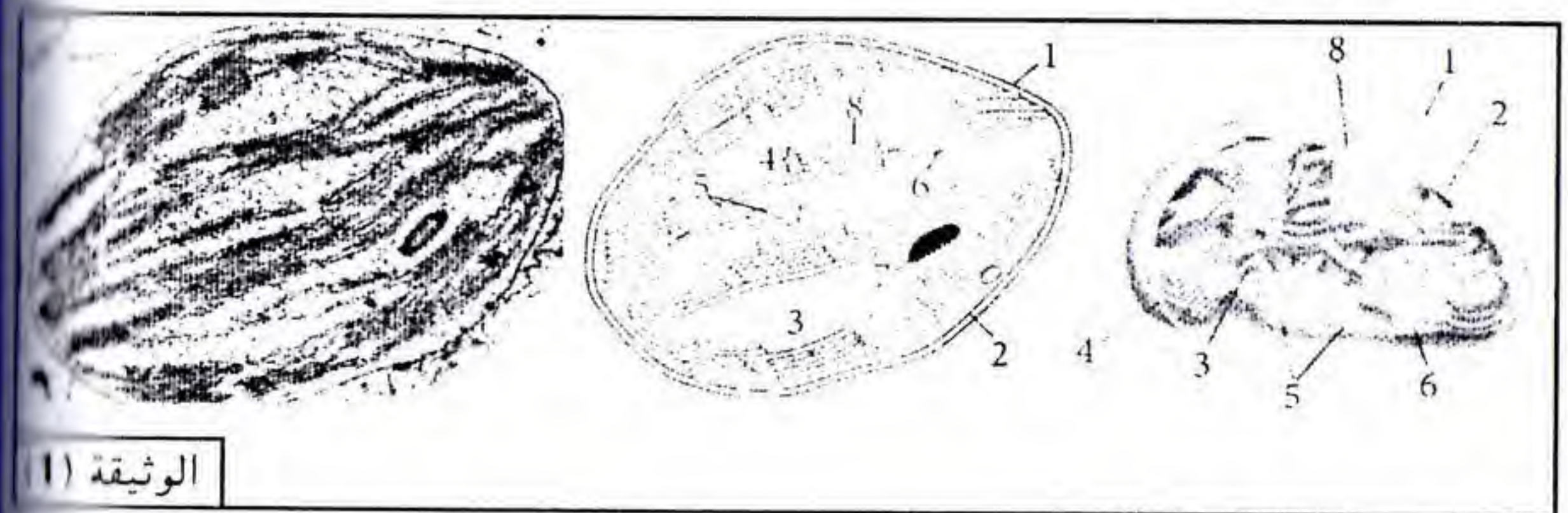


التجربة 3 : نضع معلق أشنة الكلوريل في وسط فيزيولوجي غني بـ  $^{14}\text{CO}_2$  المشع لمدة وجيزة (الجزء AB من الوثيقة 3) ثم نقيس نسبة الإشعاع في كل من الـ APG ، TP والـ HP والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة (3).  
 د - حدد التسلسل الزمني لظهور هذه المركبات الثلاث. علل إجابتك.

3 - إعتماذا على ماسبق ومعلوماتك أكتب بصورة مبسطة مختلف التفاعلات التي تمكن من تركيب العنصر 4 من الوثيقة (1) إنطلاقا من  $\text{CO}_2$  المدمج.

## تمرين 2:

أ - تمثل الوثيقة (1) مافوق بيئة عضوية خلوية كما يظهرها المجهر الإلكتروني مع رسم تفسيري ومجسم لها.



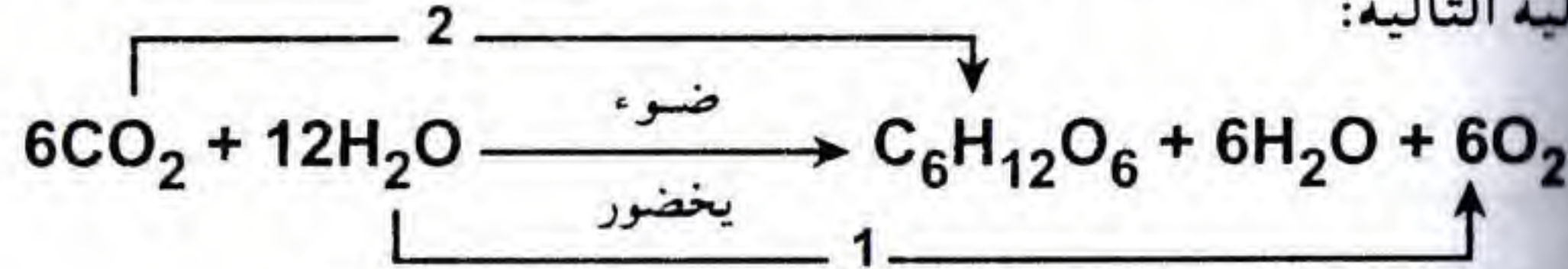
- 1 - حدد هوية هذه العضية.
  - 2 - ضع البيانات حسب الترتيب المعطى.
  - 3 - إعتماذا على معطيات الوثيقة (1) قدم وصفا دقيقا لمظهر هذه العضية.
  - 4 - للعضية بنية حجيرية (مقسمة إلى حجرات) علل ذلك معتمدا على وصفك السابق.
- ب - سمح فصل مكونات العضية وإجراء التحليل الكيميائي لكل من العنصر 3 وغشاء العنصر 8 من الحصول على النتائج الموضحة في الجدول التالي:-



- 1 - ماهي المعلومات التي تستخلصها من توافق نتائج المرحلتين 2 و 4 ؟
- 2 - إن تثبيت  $CO_2$  في المنطقة (ب) ينتج عنه مادة تتلون بالأزرق مع ماء اليود ؟  
كيف تفسر ذلك ؟

#### تمرين 4:

1 - إن التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي يمكن تلخيصها في المعادلة الإجمالية التالية:



- 1 - استخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في (1 و 2) ؟
- 2 - استنتج من المعادلة إذن طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي ؟
- 3 - إذا علمت أن التفاعل (1) فقط يتطلب ضوء ويخضّر ولا يتطلب التفاعل (2) ذلك، حدد إذا البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي.
- 4 - إن وظيفة أية عضوية مرتبطة أساسا بتركيبها الكيميائي، هل ينطبق هذا على كل من التلاكويد والحشوة؟ علل ذلك معتمدا على معلوماتك فيما يخص التركيب الكيميائي لكل منهما.

II - لتوضيح مراحل حدوث عملية التركيب الضوئي تم تعريض معلق الصانعات الخضراء للضوء في شروط تجريبية مناسبة في غياب  $CO_2$  فلو حظ إنطلاق  $O_2$  لفترة قصيرة ثم يتوقف، عند وضع المعلق السابق في الظلام وإمداده بـ  $CO_2$  لوحظ تثبيت  $CO_2$  وتركيب للسكر لفترة قصيرة، عند وضع المعلق في الضوء و  $CO_2$  يلاحظ إنطلاق  $O_2$  وتثبيت  $CO_2$  بصورة مستمرة مراحل التجربة موضحة في الجدول الموالي:-

المرحلة	الشروط التجريبية	ضوء	النتيجة		
			إنطلاق $O_2$	تثبيت $CO_2$	تركيب السكر
1	معلق صانعات خضراء في غياب $CO_2$	+	+	-	-
2	معلق صانعات خضراء (عرضت مسبقا للضوء، بغياب $CO_2$ ) يزود بـ $CO_2$ بعد نقلها للظلام	-	-	+	+
3	معلق صانعات خضراء في وجود $CO_2$	+	+	+	+

- 1 - حدد شروط إنطلاق  $O_2$  في التجربة (1).
- 2 - التجريبتان 1 و 2 تمثلان مرحلتين متتاليتين من عملية التركيب الضوئي

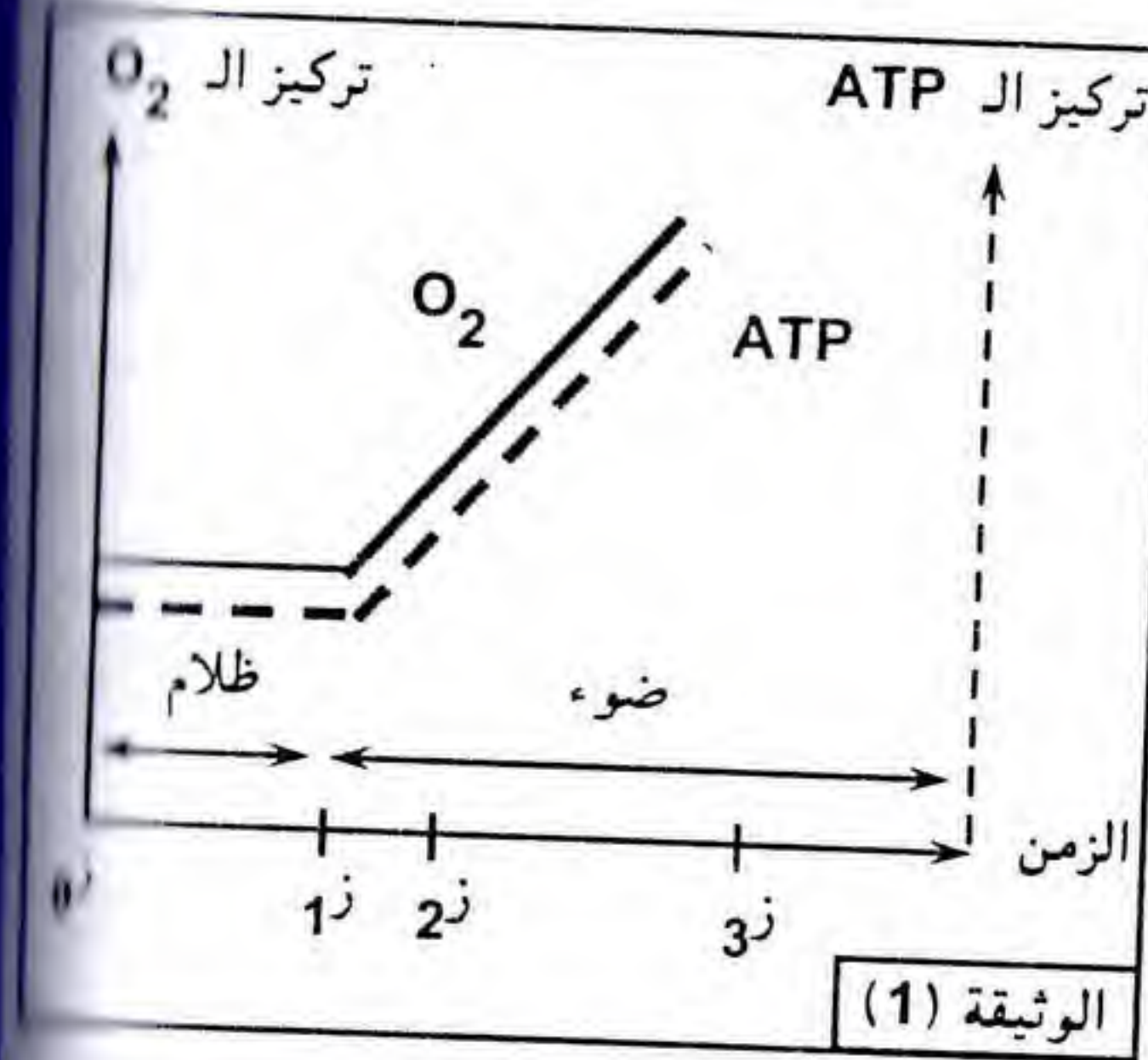
- 1 - إعتمادا على رسومات الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (2) قدم وصفا لكيفية توزيع مكونات غشاء العنصر 8.
- 2 - إن توزيع جزيئات اليخضور يكون على شكل أنظمة ضوئية، حدد بنية النظام الضوئي بالإستعانة بأشكال الوثيقة (2).

#### تمرين 3:

لدراسة الآليات الطاقوية المؤدية إلى تركيب الـ ATP في مستوى الصانعات الخضراء نجرى التجارب التالية :

##### أ - التجربة 1 :

نضيف إلى معلق الصانعات ماء به أكسجين مشع ( $O^{18}$ )، نجد خلال التجربة مستقبل الإلكترونات (الناقل المؤكسد) مع العلم أن المادة الأساسية للصانعات تحتوي طبيعيا على الـ ADP و Pi. نتائج التجربة وشروطها ممثلة بمنحني الوثيقة - 1 ..



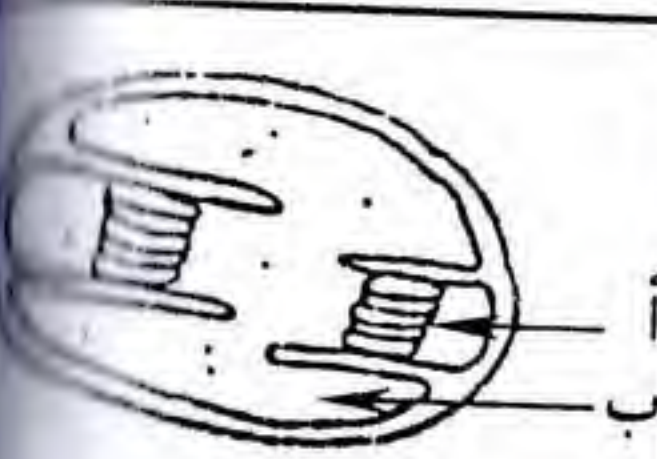
1 - حلل المنحنيين، ثم حدد التفاعلات التي تتم في الفترة الزمنية المحصورة بين 1 و 3.

2 - إن النشاط الموضح في التجربة هو في الحقيقة عبارة عن مرحلة من مراحل عملية معقدة تحدث على مستوى الصانعات الخضراء. كيف تدعى هذه المرحلة ؟ ماهو مقرها ؟

##### ب - التجربة 2 :

عزلت الصانعات الخضراء ثم عرضت لضوء شديد لمدة كافية في وجود  $CO_2$ ، ثم تمت تجزأتها. زودت المنطقة (ب) من العضية بـ  $CO_2$  الموسوم بـ  $C^{14}$  في وجود عدم وجود مكونات أخرى. النتائج يوضحها الجدول التالي :

المرحلة	الشروط التجريبية	$^{14}CO_2$ المثبت في المنطقة (ب) (وحدات افتراضية)
1	المنطقة (ب) في الظلام	4000
2	المنطقة (ب) في الظلام + (أ) في الضوء	96000
3	المنطقة (ب) في الظلام + ATP	43000
4	المنطقة (ب) في الظلام + ناقل مرجع + ATP	97000



الصانعة الخضراء



نسميهما مرحلة (أ) ومرحلة (ب). ماهي شروط حدوث كل مرحلة؟

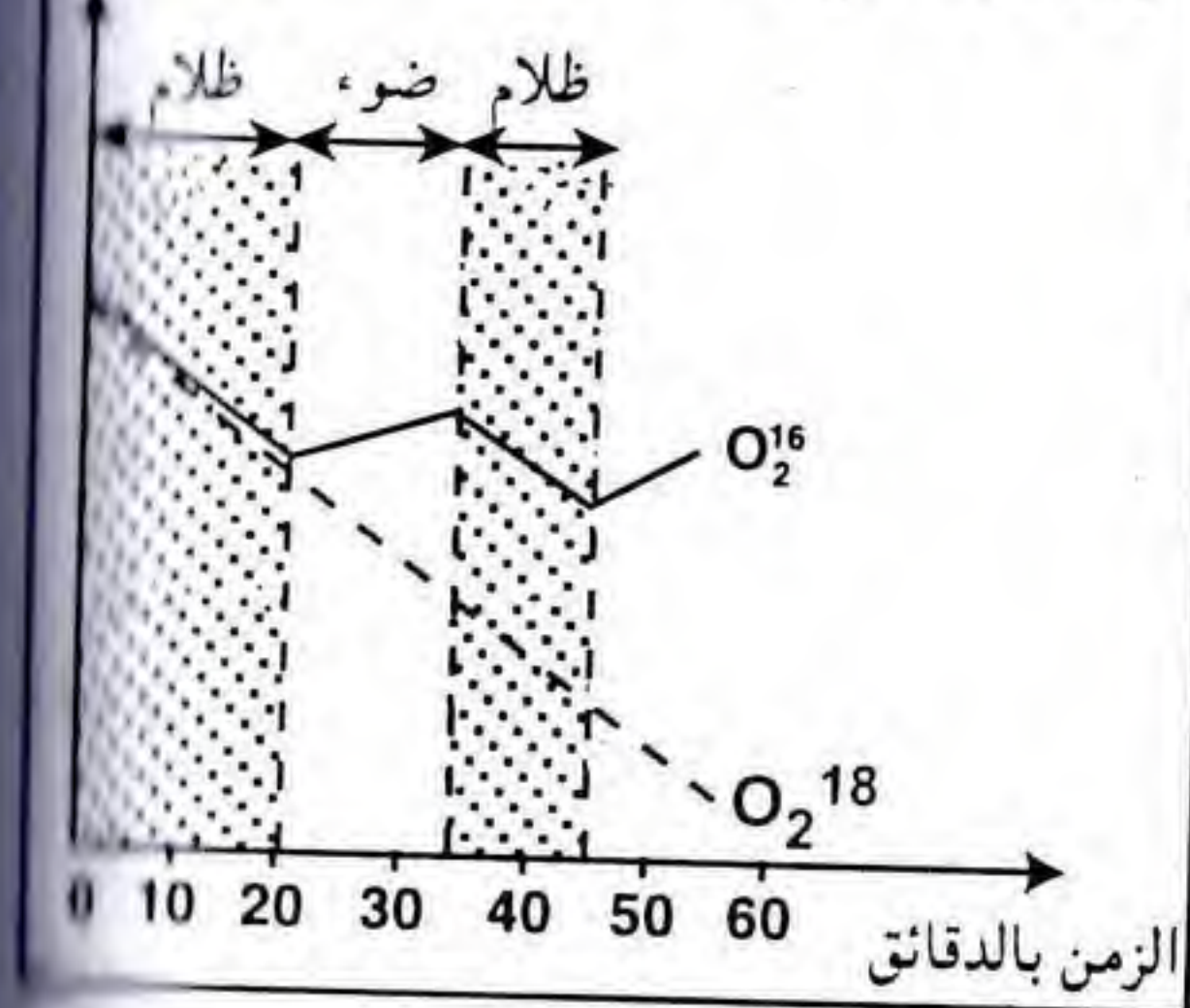
3 - إقترح تسمية لكل مرحلة اعتمادا على شروط حدوثها؟

4 - هل يمكن للمرحلة (ب) أن تتم في الضوء؟ علل إجابتك بالإستعانة بالتجربتين (2 و 3)

### تمرين 5:

لفهم بعض مظاهر التركيب الضوئي نجري التجارب التالية:

التجربة 1: نزرع أشنة الكلوريل في وسط تجريبي معدني يزود بخليط من الأوكسجين العادي  $O_2^{16}$  والأوكسجين المشع  $O_2^{18}$  في الزمن 0 نوقف وصول هذا الخليط إلى الوسط ثم نقوم بمعايرة تركيز الـ  $O_2$  العادي والمشع بالتناوب في الضوء والظلام، الوثيقة الموالية تمثل النتائج المحصل عليها.



1. أ - قارن بين تغيرات تركيز كل من  $O_2^{16}$  و  $O_2^{18}$ ، ثم فسرهما.

ب - أكتب المعادلات الإجمالية المعبرة عن التغير الملاحظ.

التجربة 2: نضع أشنة الكلوريل في وسط مضيء يحوي  $H_2O^{18}$  ثم نعريضه لتيار الهواء العادي  $O_2^{16}$  و  $CO_2^{16}$  نلاحظ أن الـ  $O_2$  المنطق  $O_2^{18}$ .

2. أ - ماهو مصدر الـ  $O_2$  المطروح؟ وضع بمعادلة كيميائية.

ب - حدد مقر هذا التفاعل.

التجربة 3: نعزل التيلاكوييدات عن الستروما من الصانعة الخضراء، نضع التيلاكوييدات في الضوء ونضع الستروما في الظلام ثم نزودها بـ  $^{14}CO_2$  والجسور الموالي يوضح النتائج المحصل عليها.

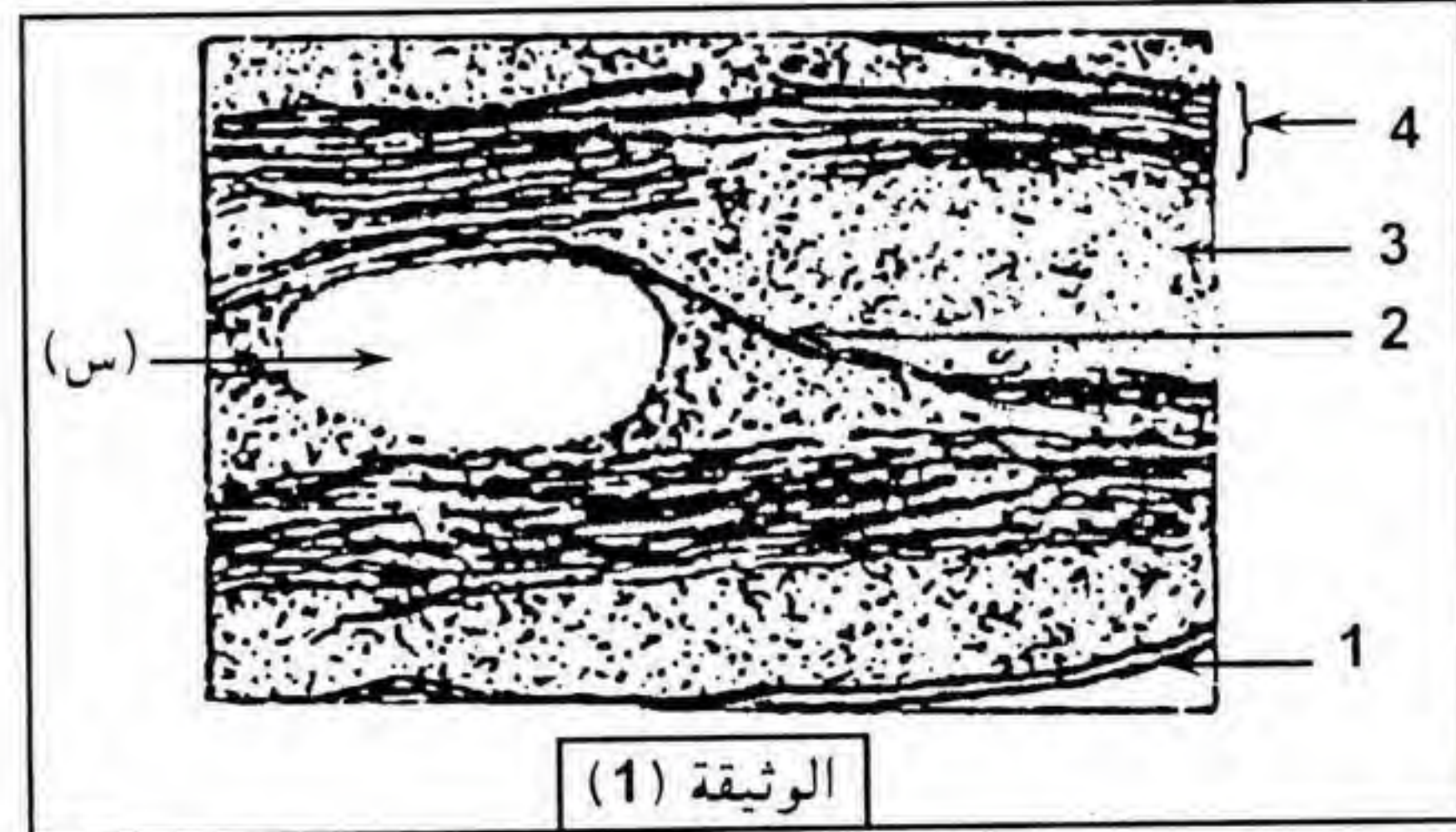
الشروط التجريبية	كمية $CO_2$ المثبتة في الستروما (وحدة تقديرية)
ستروما في الظلام	4000
ستروما في الظلام + تيلاكوييد في الضوء	96000
ستروما في الظلام + ATP	43000
ستروما في الظلام + ATP + ناقل مرجع	97000

3. أ - حدد شروط تثبيت  $CO_2$  في الستروما.

ب - إستنتج دور التيلاكوييد.

### تمرين 6:

الغالب النشاطات الحيوية الخلوية صرف طاقة باستمرار، مما جعل الخلية مقرا لعدة لاعلات كيميائية مرتبطة بتحويل الطاقة واستعمالها وللتعرف على الآليات البيوكيميائية لهذا النشاط نقترح دراسة على الأشنة الخضراء ألفا تينياتا (*Ulva taeniata*).

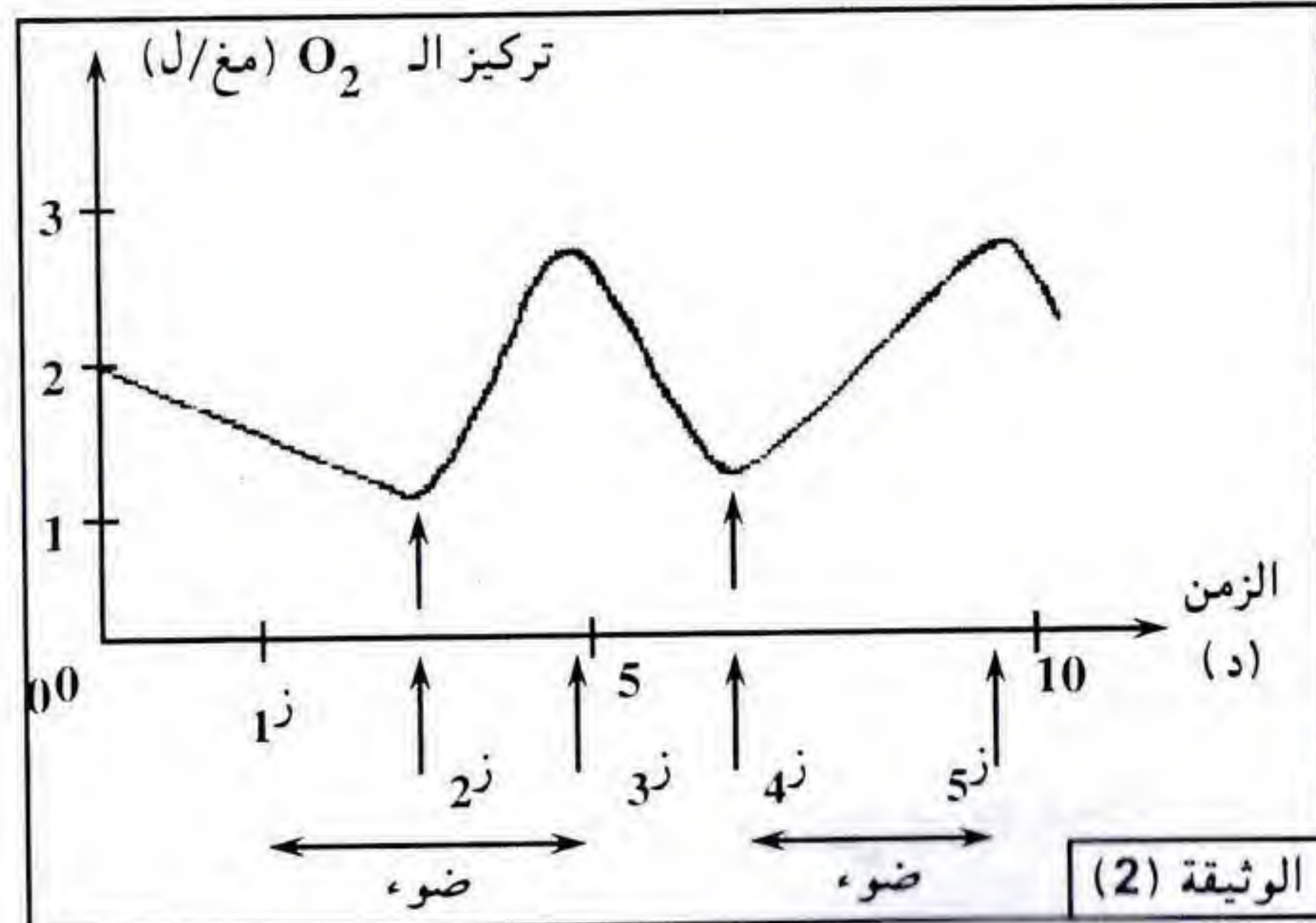


أ - أظهرت الدراسة باستخدام المجهر الإلكتروني التركيب الدقيق للعضيات الخلوية والوثيقة (1) لخلل جزءا من عضوية خلية للأشنة المدروسة.

أ - تعرف على الوثيقة (1) ثم أكتب بيانات العناصر (1 إلى 4).

3. حدد الطبيعة الكيميائية للعنصر (س) الذي يتلون بالأزرق عند معاملته بالماء اليودي.

أ - لدراسة النشاط الحيوي للعضية الممثل جزء منها في الوثيقة (1) نجري التجربة التالية: نحضر معلقا من العضيات الخلوية المذكورة وبواسطة جهاز تجريبي مدعم بالحاسوب نقوم بقياس تركيز غاز الأوكسجين في الوسط بدلالة الزمن.



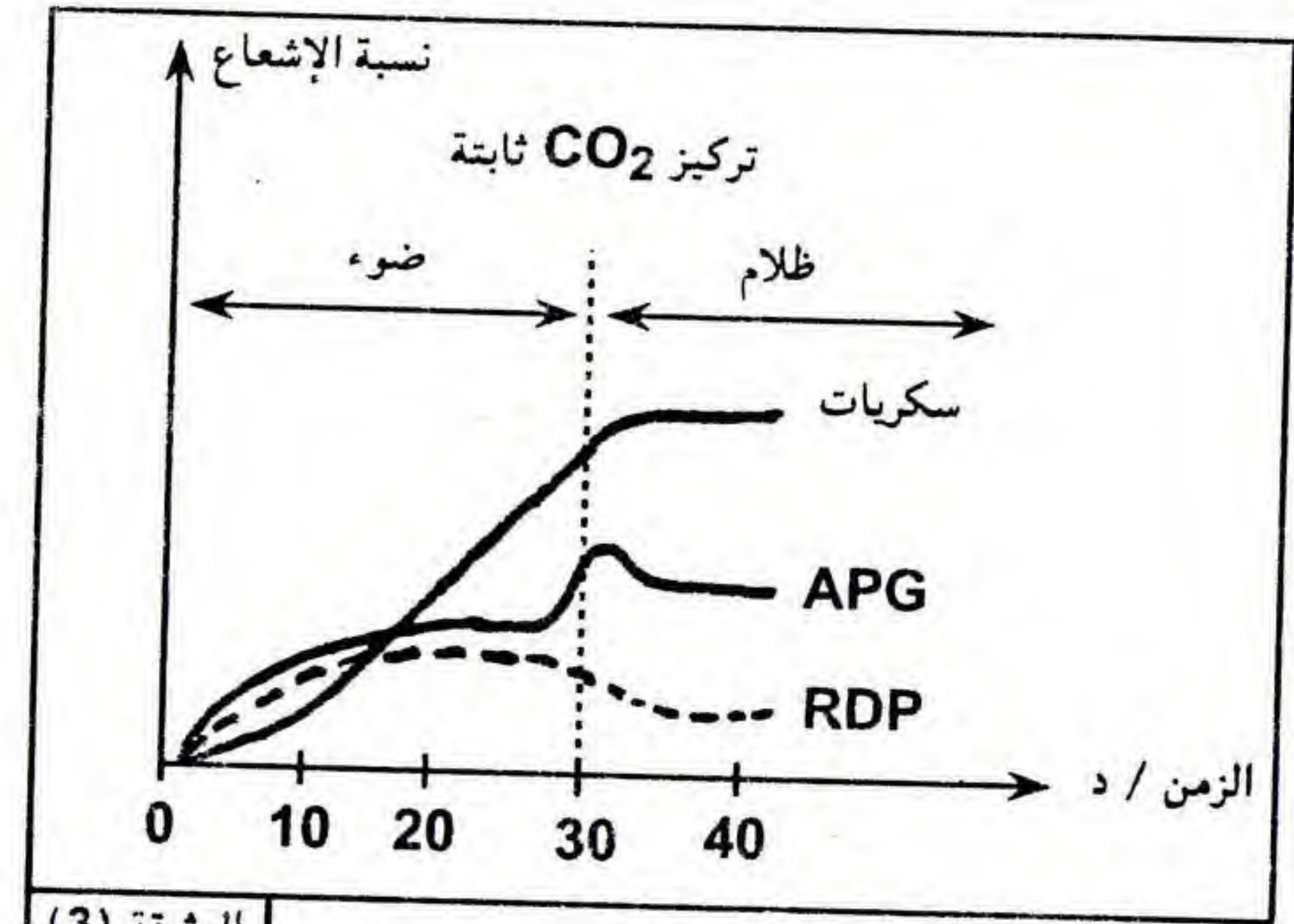
ب - تعرض المحضر للصور للضوء في الزمن 1 - 3 ثم في الزمن 4 - 5 وفي الزمن 6 - 8 ثم 9 - 10 نحقق في المحضر مادة  $DPN$  وهي مادة مبطلة للإلكترونات والمعالج الملاحظة على شاشة الحاسوب ممثلة في الوثيقة 2 - ..



1 - حلل النتائج المحصل عليها محددا الشروط الضرورية التي تمكن هذه العضيات من طرح الأكسجين.

2 - ماهو مصدر الأكسجين المطروح ؟

III - توضع معلق أشنة الكلوريل في وسط معرض للضوء يحوي  $CO_2$  موسوم  $C^{14}$  لمدة نصف ساعة ثم نعاير نسبة الإشعاع في مستوى المركبات APG و RDP والسكريات في أزمنة مختلفة متتالية في الضوء والظلام. النتائج ممثلة في منحنيا الوثيقة 3 .



الوثيقة (3)

أ - ماذا تستخلص عن مصير  $CO_2$  ؟

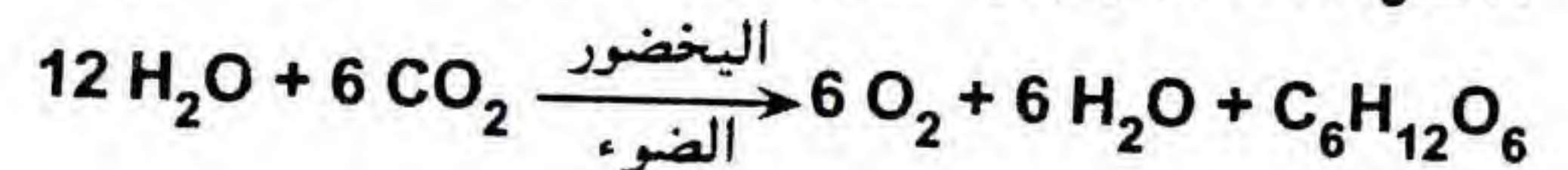
ب - لماذا عرضت الأشنة للضوء لمدة نصف ساعة ؟

ج - فسر الجزء الأفقي من منحنى السكريات .

د - ما اسم المرحلة التي تمت في هذه التجربة بعد الدقيقة 30 ؟ وما مفرها ؟

### تمرين 7:

1 - تمثل المعادلة الكيميائية التالية حوصلة لعملية التركيب الضوئي :



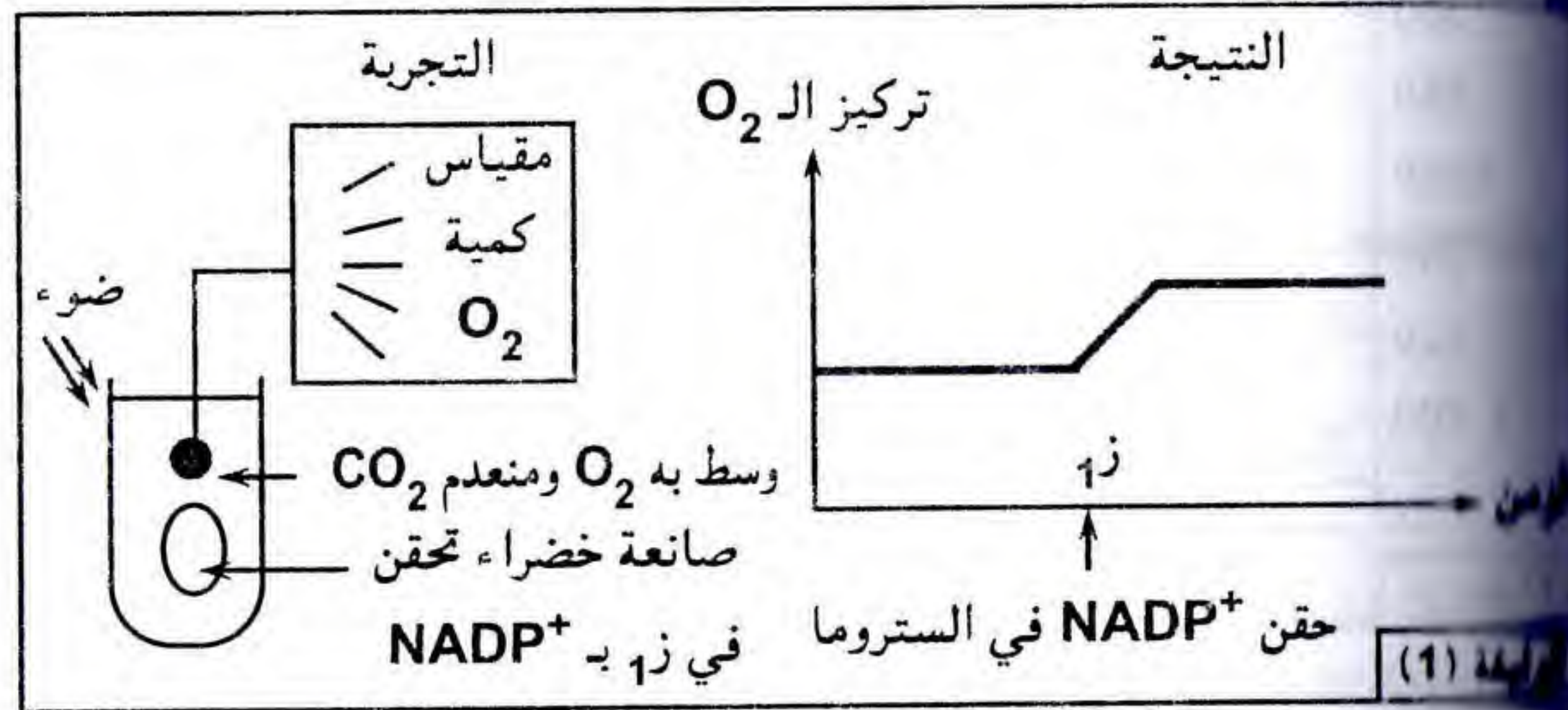
أ - ماذا حدث للطاقة خلال هذا التفاعل ؟

ب - ماهو مصدر  $O_2$  المنطلق ؟ دعم إجابتك باقتراح تجربة تعلق ذلك.

ج - ماهو المسبب الأول في إنتاج الـ  $O_2$  ؟ أكتب المعادلة المبينة لهذا الإنتاج.

د - ماهي نواتج المرحلة المستلزمة للضوء ؟ وماذا حدث فيما يخص الطاقة الضوئية ؟

هـ - لتحديد شروط إنتاج  $O_2$  قمنا بالتجربة المبينة في الوثيقة 1 - :



أ - حلل النتائج واعتمادا على معلوماتك وكيف تفسرها ؟

ب - أكتب المعادلة الكيميائية المعلة على استعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

### تمرين 8:

أ - يحتوي التيلاكويد على أصبغة اليخضور ويحتاج عملها إلى توفر شروط مناسبة، وينتج من عمل التيلاكويد انطلاق  $O_2$ ، لتحديد شروط عمل التيلاكويد نعرض التجارب التالية:

أ - تم تحضير معلق من التيلاكويدات المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء، ظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم  $K_3Fe(CN)_6$  بتركيز (0,1 مل) ثم (0,3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل إصطناعي للإلكترونات وذلك في الظلام، لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني (حالة مؤكسدة) إلى أخضر (حالة مرجعة).

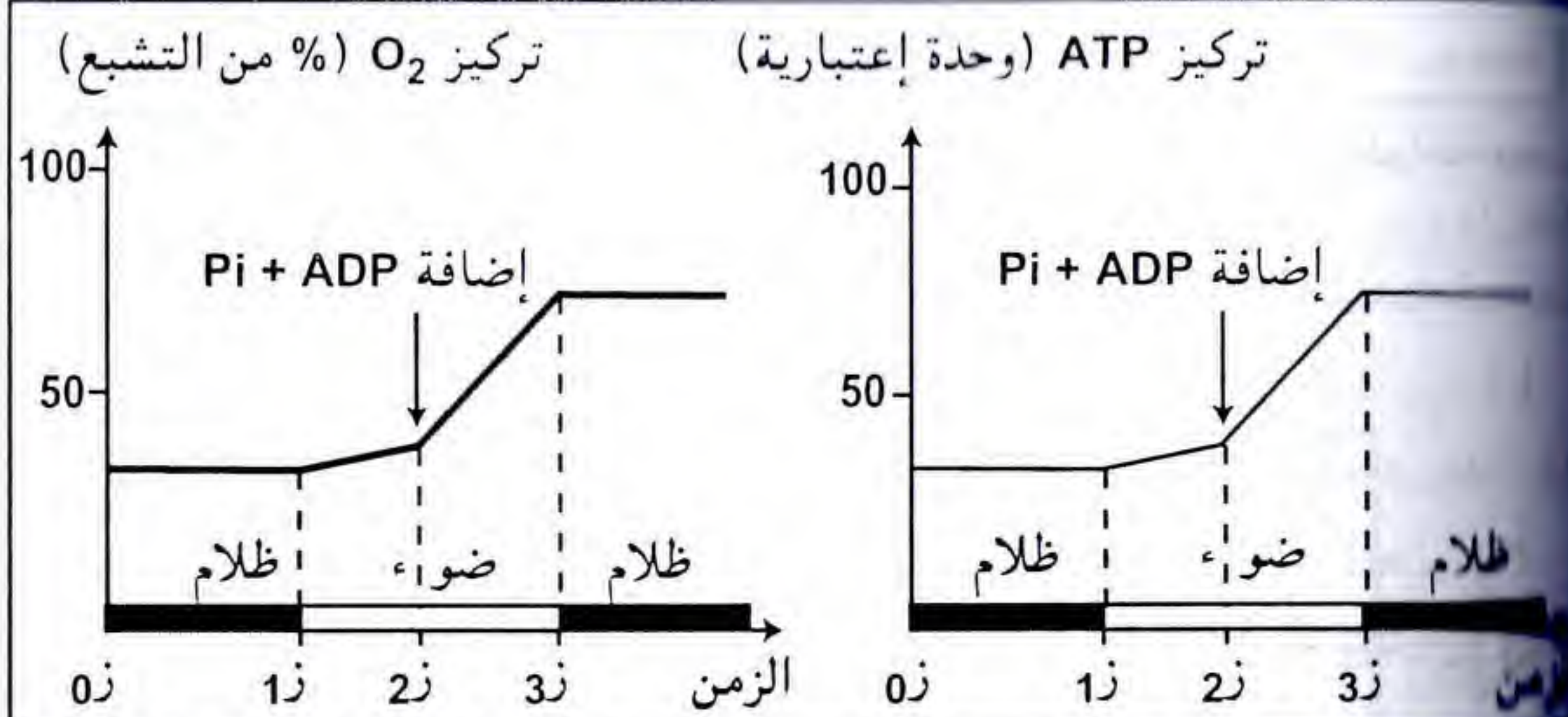
لعالج التجربة المدعمة بالحاسوب توضحها الوثيقة (1)

أ - حلل منحنى الوثيقة (1) مع توضيح تأثير كمية فيروسيانور البوتاسيوم.

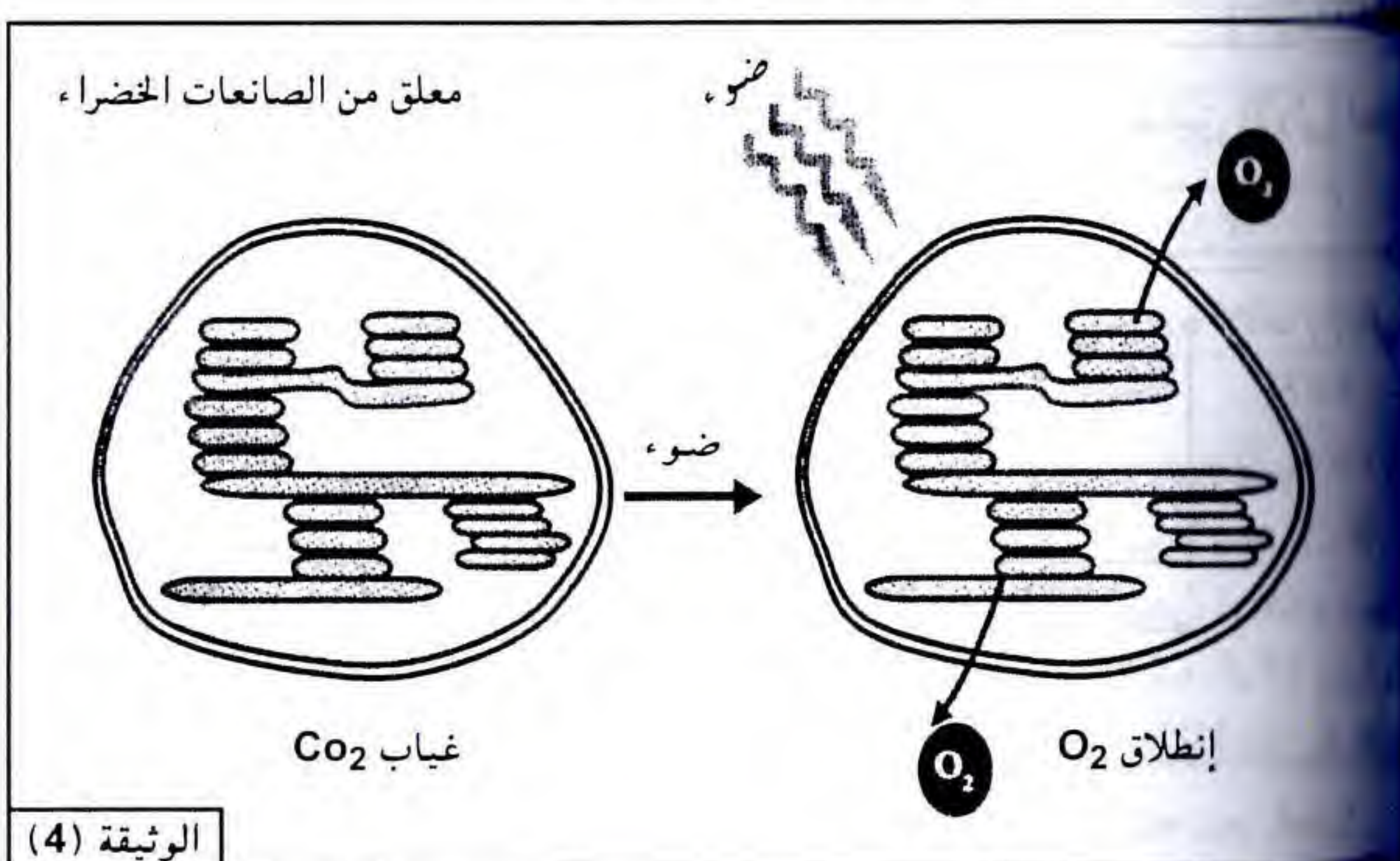
ب - حدد نوع تفاعل المستقبل في هذه التجربة، علل إجابتك.

ج - استخرج شروط انطلاق الأكسجين في هذه التجربة؟

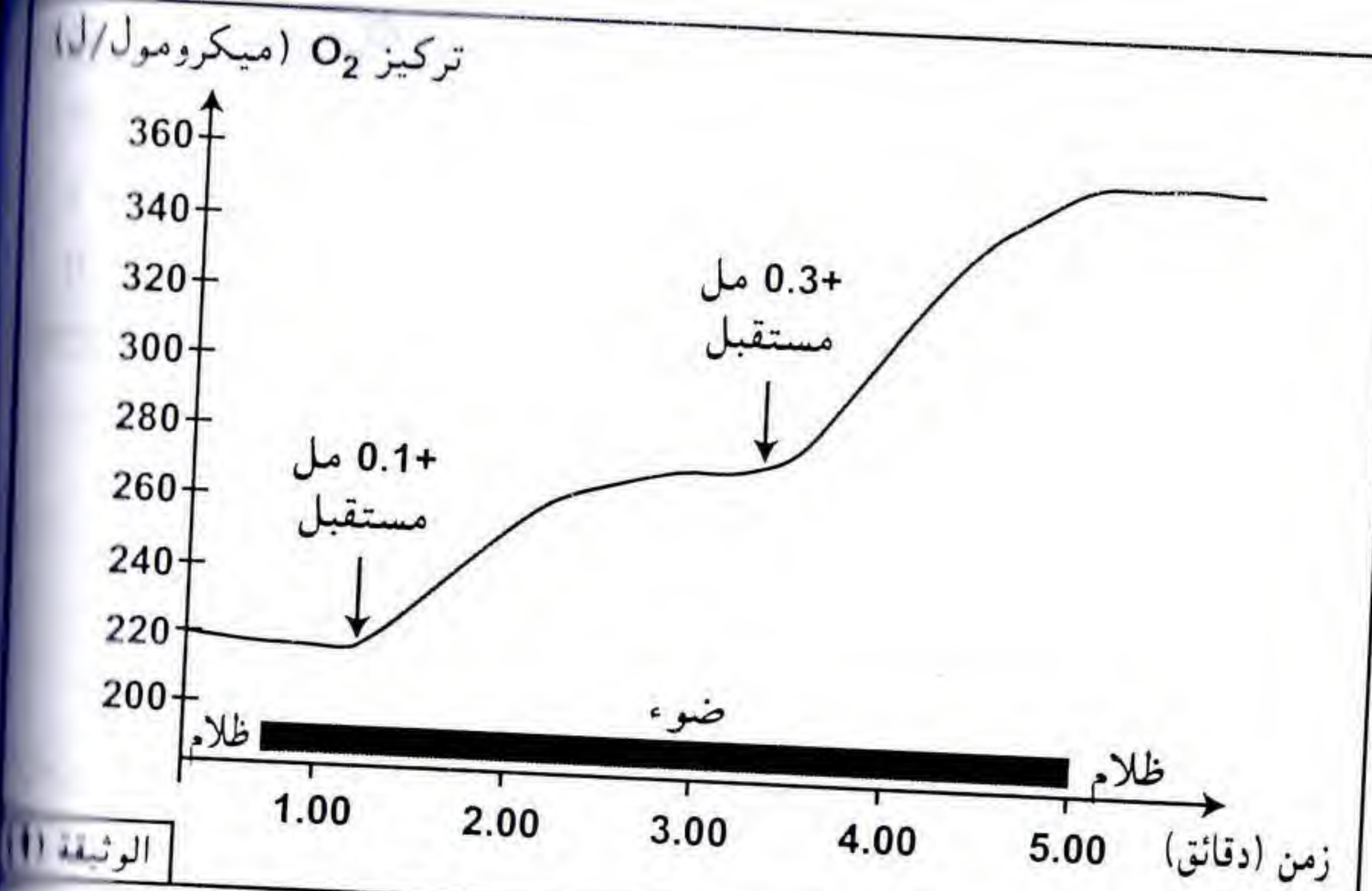




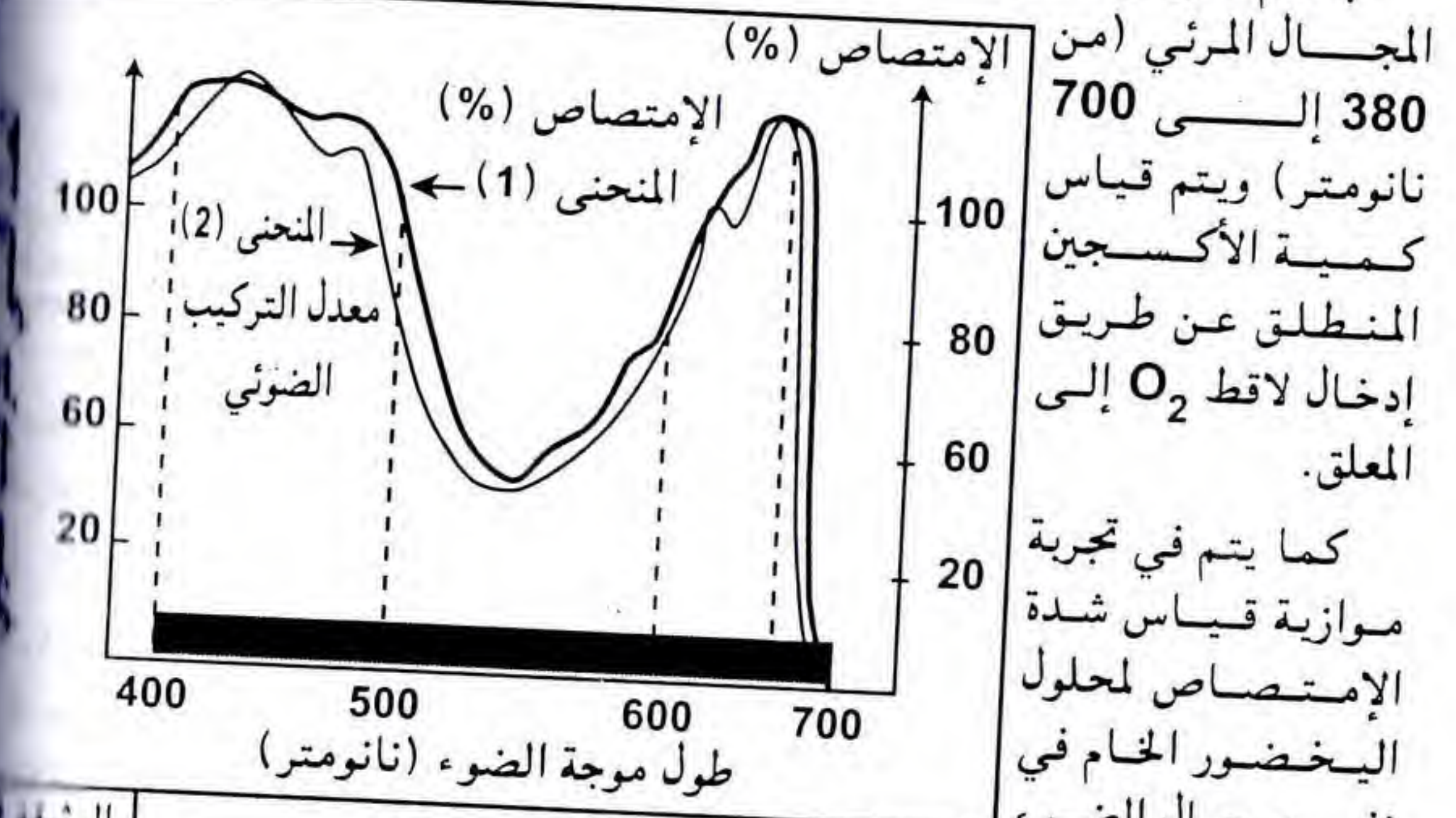
1. قدم تحليلاً مقارناً للمنحنين (1 و 2) من الوثيقة (3).
2. ماذا تستنتج حول تأثير  $ADP$  و  $Pi$  على انطلاق  $O_2$ ؟
3. يتم تعريض معلق من الصانعات الخضراء للضوء في غياب  $CO_2$  فيلاحظ إطلاق  $O_2$  لفترة قصيرة. النتائج موضحة في الوثيقة (4).



1. ماذا تستنتج فيما يخص دور  $CO_2$  في عمل التيلاكويد (إنتلاق  $O_2$ )؟
2. هل توفر  $CO_2$  شرطاً ضرورياً لعمل التيلاكويد؟
3. من خلال النتائج المتوصل إليها سابقاً إستخلص شروط عمل التيلاكويد؟



ب. تم تعريض معلق للصانعات الخضراء إلى ضوء باطوال موجات مختلفة في

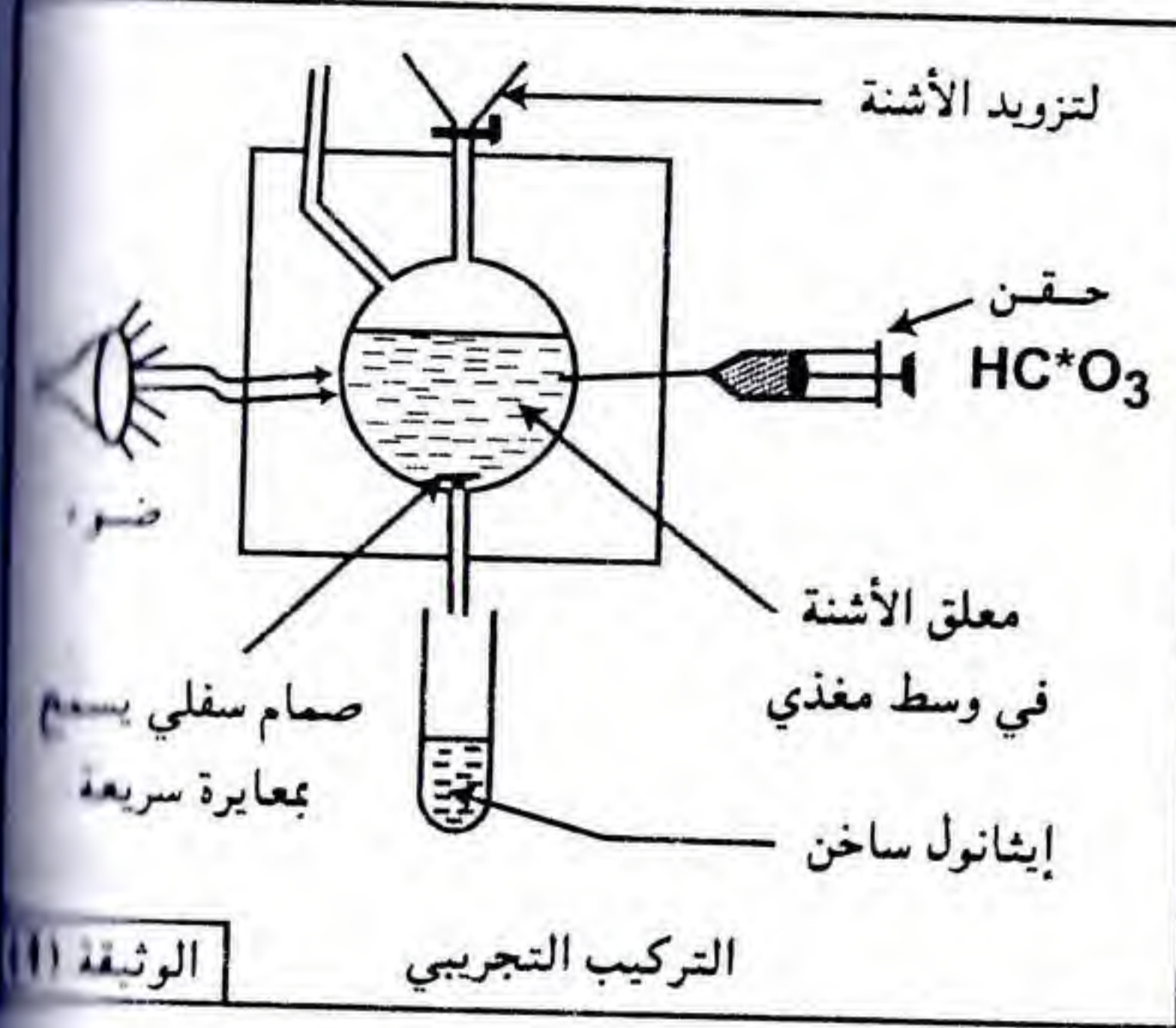


- المجال المرئي (من 380 إلى 700 نانومتر) ويتم قياس كمية الأكسجين المنطلق عن طريق إدخال لاقط  $O_2$  إلى المعلق.
- كما يتم في تجربة موازية قياس شدة الإمتصاص لمحلول اليخضور الخام في نفس مجال الضوء المستعمل، نتائج التجربتين موضحة في منحنى الوثيقة (2).
1. حدد من المنحنى أطوال موجات الضوء الأكثر فعالية؟
2. قارن بين منحنى الوثيقة (2). ماذا تستنتج؟
- ج. تم قياس تركيز كل من  $O_2$  و  $ATP$  في معلق من الصانعات الخضراء في شروط تجريبية مناسبة قبل وبعد حقن مادتي  $ADP$  و  $Pi$ . نتائج وشروط التجربة موضحة في الوثيقة (3).



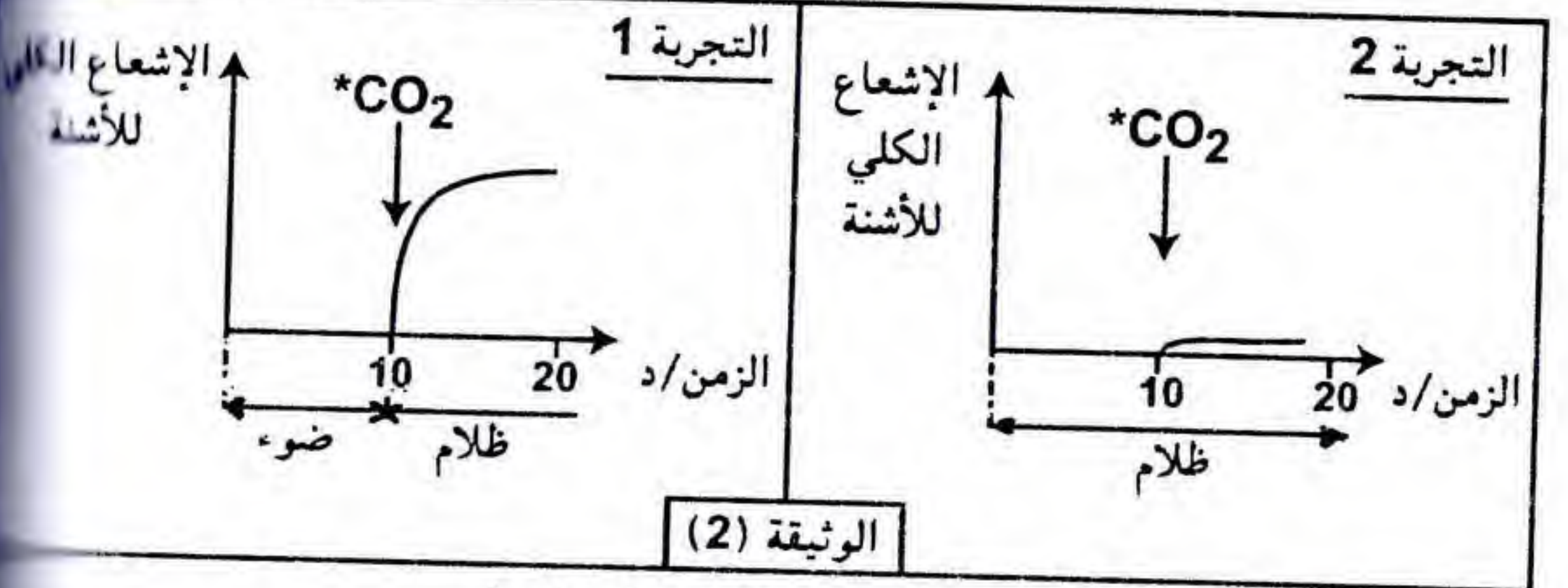
## تمرين 9:

الوثيقة (1) توضح جهاز كالفن الذي إستعمله في أعماله الخاصة بدراسة تأثير الكربون في عملية التركيب الضوئي التي أجريت على أشنة الكلوريل.



التجربة (1): نضع الأشنة في ماء مغلي مسبقا ومبرد في دورق نعرضها للضوء لمدة (10) دقائق ثم نطفئ الضوء، مباشرة بعد ذلك نقوم بحقن  $CO_2^*$  كاربونه مشع، نقوم بأخذ عينات على فترات زمنية معينة ونقيس الإشعاع الكلي للأشنة.

التجربة (2): نقوم بتجربة مماثلة للأولى ولكن في (10) دقائق الأولى للأشنة في الظلام.



منحنيات الوثيقة (2) توضح النتائج المتحصل عليها.

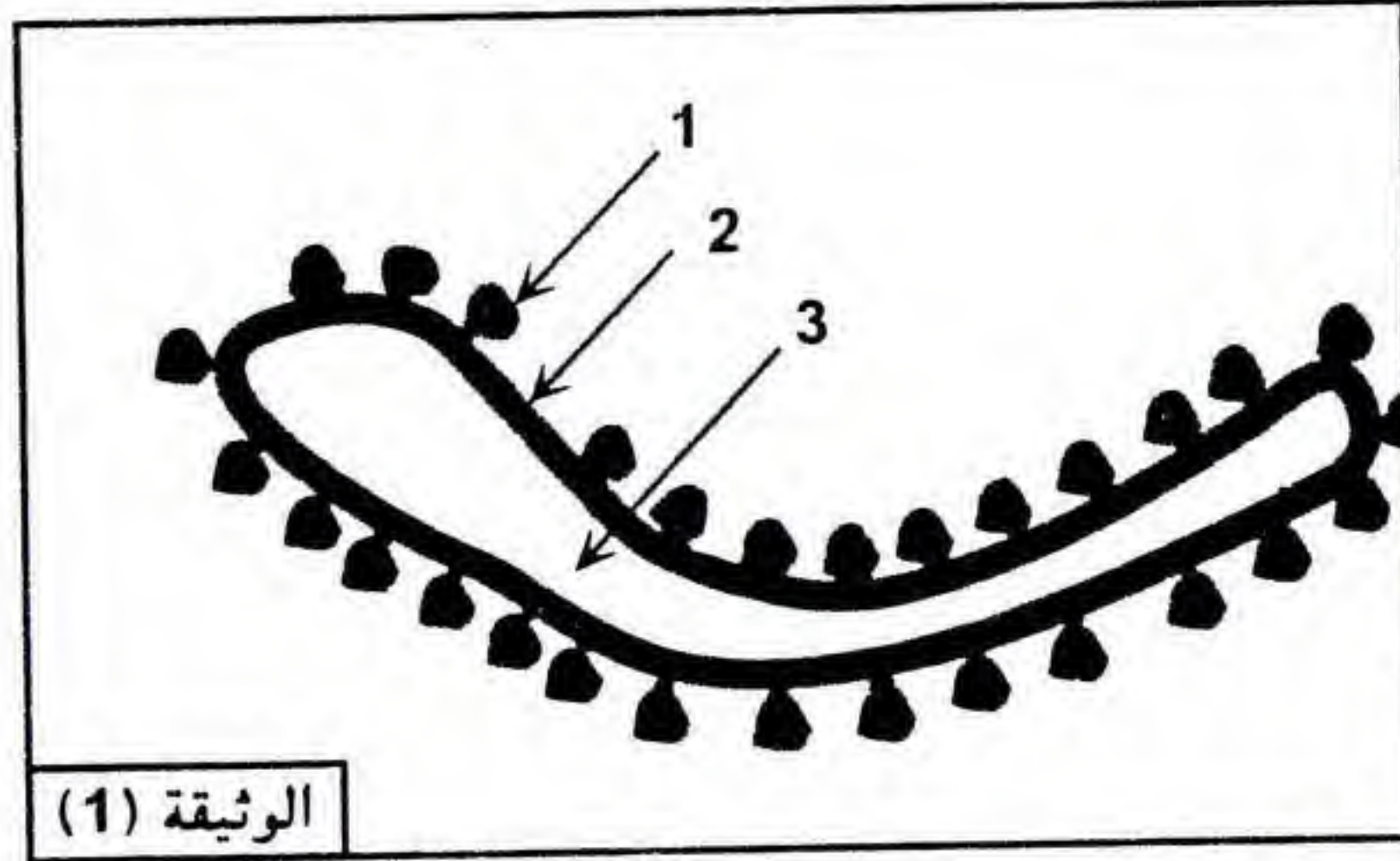
أ - قارن بين النتائج ووازن بينهما.

ب - قارن بين الشروط التجريبية للتجربتين، لماذا اختلفت النتائج؟

ج - اشرح شكل المنحنى الممثل للإشعاع الكلي للأشنة بدلالة الزمن: تطور سرعة جدا ثم يصبح المنحنى موازيا لمحور الزمن (التجربة 1).

## تمرين 10:

ليرد التوصل إلى بعض جوانب آلية عمل إحدى العناصر المهمة المكونة للصناعة الغذائية. ومن أجل ذلك قمنا بالدراسة التالية:



أ - إن الوثيقة (1)

توضح إعداد هذه العناصر

1. سم هذا العنصر.

2. ضع أسماء البيانات

التي تظهر في الوثيقة (1)

ب - في شروط تجريبية

تسمح بانطلاق

التي وضعت الكلوريل (أشنة خضراء) في وسطين يحوي كل منهما على 4% من  $CO_2^*$  ومعرضين للضوء، الوسط الأول يحوي  $CO_2^*$  (ذو أكسجين مشع) بينما يحتوي الوسط الثاني على  $H_2O^*$  (ذو أكسجين مشع). النتائج موضحة في الجدول الموالي.

الوسط	الجزئئة الحاملة للإشعاع	الأكسجين المنطلق
الأول	$CO_2^*$	غير مشع
الثاني	$H_2O^*$	مشع

وما هي المعلومات المستخلصة من النتائج التجريبية؟

أ - يتم تحضير معلق من العناصر السابقة المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم  $K_3Fe(CN)_6$  (0,1 مل) ثم (0,3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل إصطناعي للإلكترونات في فترة الإضاءة.

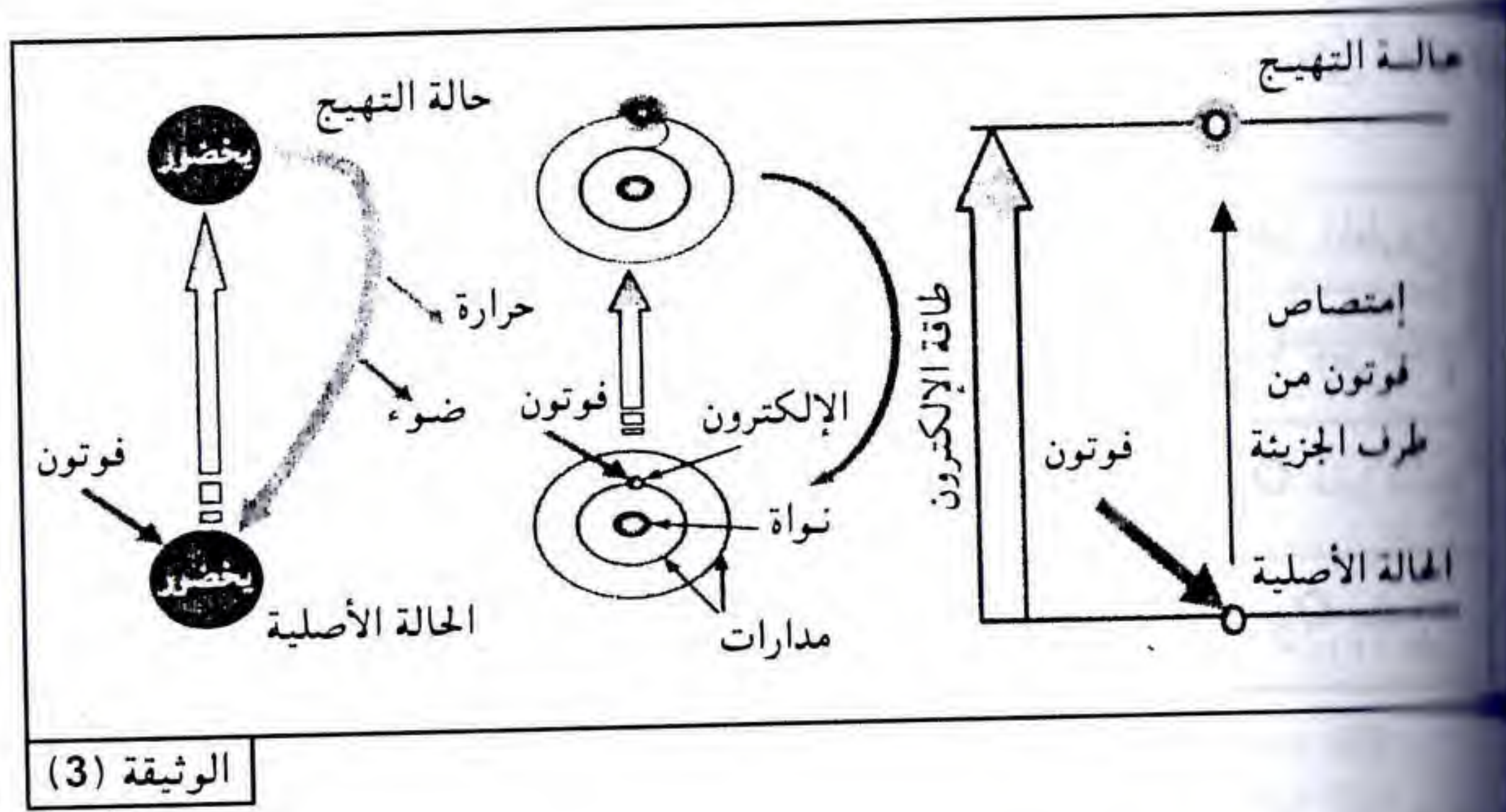
ب - لاحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني محمر إلى أخضر (حالة مرجعة).

ج - النتائج التجريبية المدعمة بالحاسوب توضحها الوثيقة (2).

د - ماذا تستنتج من ذلك فيما يخص شروط عمل العناصر المثلثة في الوثيقة (1)؟

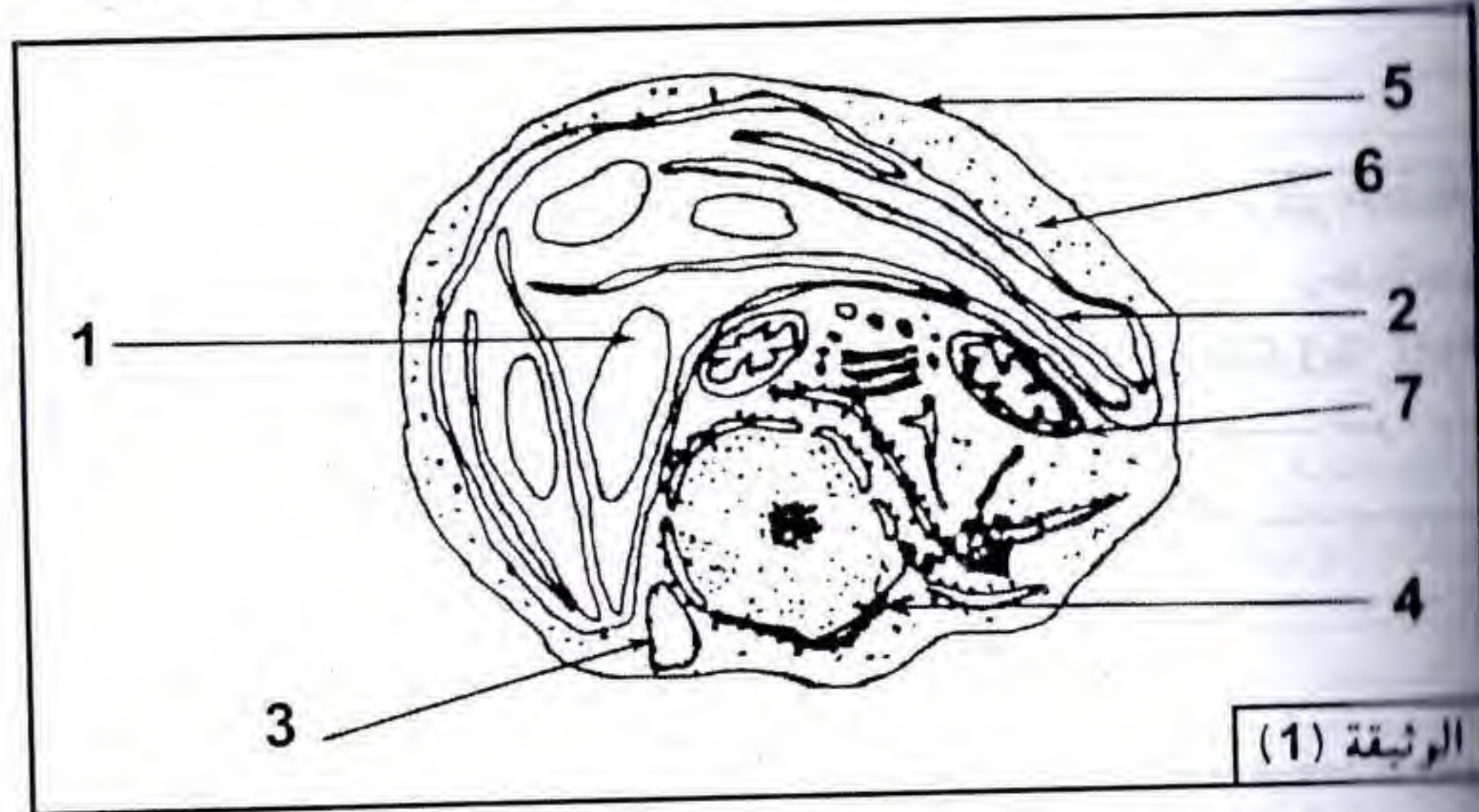


2 - إستنتاج مصير الطاقة والإلكترون في هذه التجربة.



### المعبرين 11:

أ. نضع طحالب خضراء وحيدة الخلية (الكلوريل) في وسط مغذي معدني، خلال مدة زمنية طويلة فيتم تسجيل إمتصاص  $CO_2$  وطرح الأكسجين وزيادة المادة الجافة، تظهر معاملة هذه الخلايا بكاشف اليود اليودي حبيبات ملونة بالأزرق مع المحرر الإلكتروني بتحديد موضعها في الخلية كما تبينه الوثيقة 1 ..

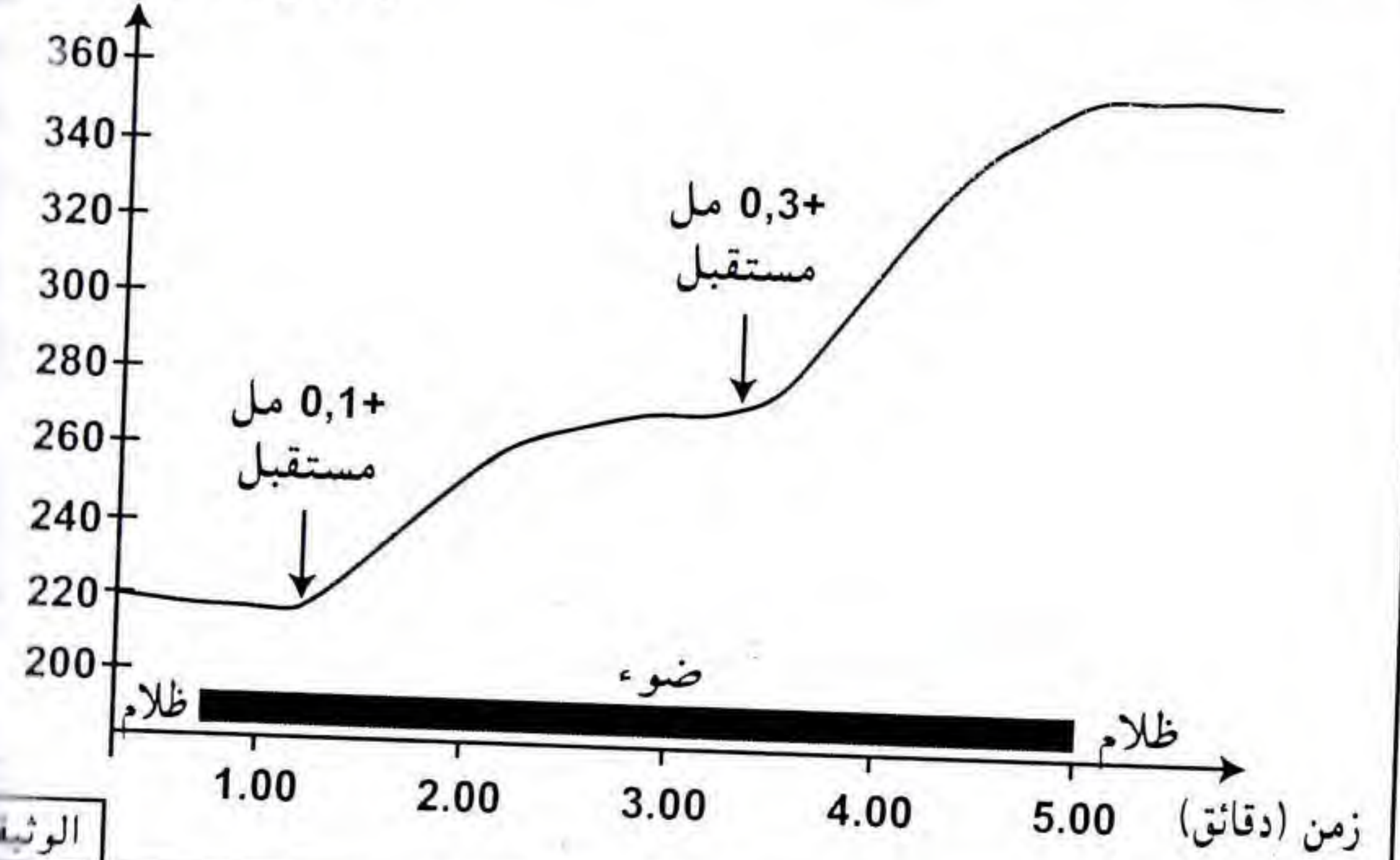


أ. نعرف على العناصر المرقمة من الوثيقة.

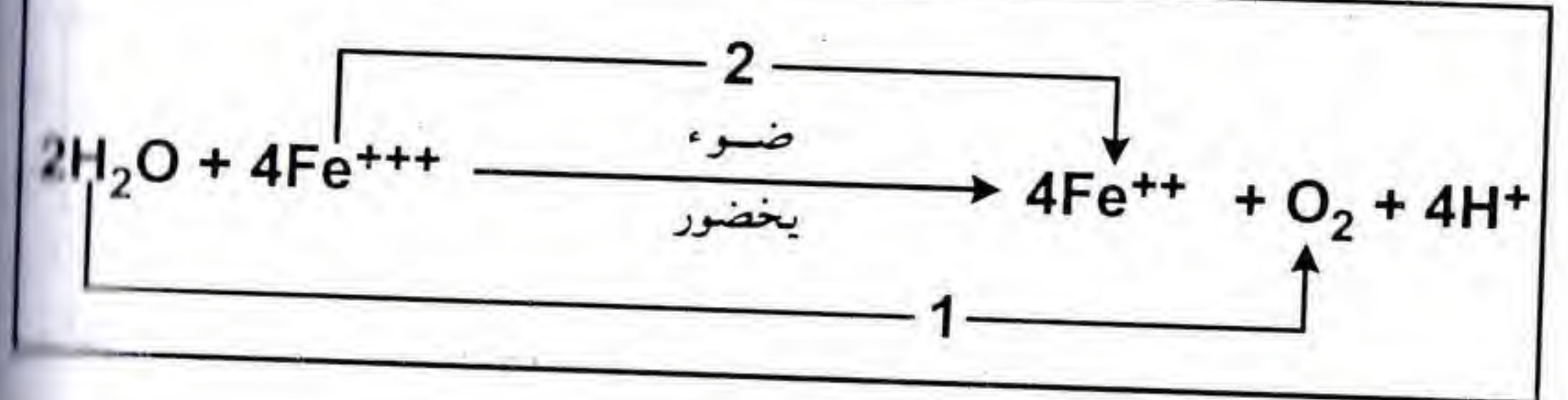
ب. حدد الطبيعة الكيميائية للحبيبات التي تم إظهارها بمعاملتها بكاشف اليود.

ج. ماهي الوظيفة الخلوية التي كانت مصدرا لهذه النتائج التجريبية الملاحظة.

تركيز  $O_2$  (ميكرومول/ل)



ب. يمكن تلخيص التفاعلات التي أدت إلى تحول لون المحلول وانطلاق ( $O_2$ ) في التجربة المثلة نتائجها في المعادلة التالية:



1. حدد نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2).

2. قدم تفسيراً للتفاعل (2).

3. هل يؤكد التفاعل (1) النتيجة المتوصل إليها في الفقرة (أ)؟ وضح ذلك.

4. مثل التفاعلين (1 و 2) في معادلتين بسيطتين.

ج. نعرض وعاء زجاجي مخروطي يحوي محلول يخضور خام (تم إستخلاصه سابقاً) لحزمة من الضوء الأبيض وذلك في غرفة مظلمة، فيظهر محلول اليخضور الخام بلون أحمر وتفسير الظاهرة موضحة في أشكال الوثيقة (3).

1. بالإعتماد على نتيجة التجربة والرسم التفسيري فسر ظهور اللون الأحمر على الواجهة التي تسقط عليها الأشعة.



وماهي العضية التي تعتبر مقرا لهذه الظاهرة ؟ انجز رسما تخطيطيا لما فوق بنسائها الخلوية، مع وضع البيانات للتراكيب التي تتدخل في آلية هذه الوظيفة.

4 - يوضح الجدول التالي النتائج التجريبية المحققة في وجود الضوء على معلق من هذه العضيات.

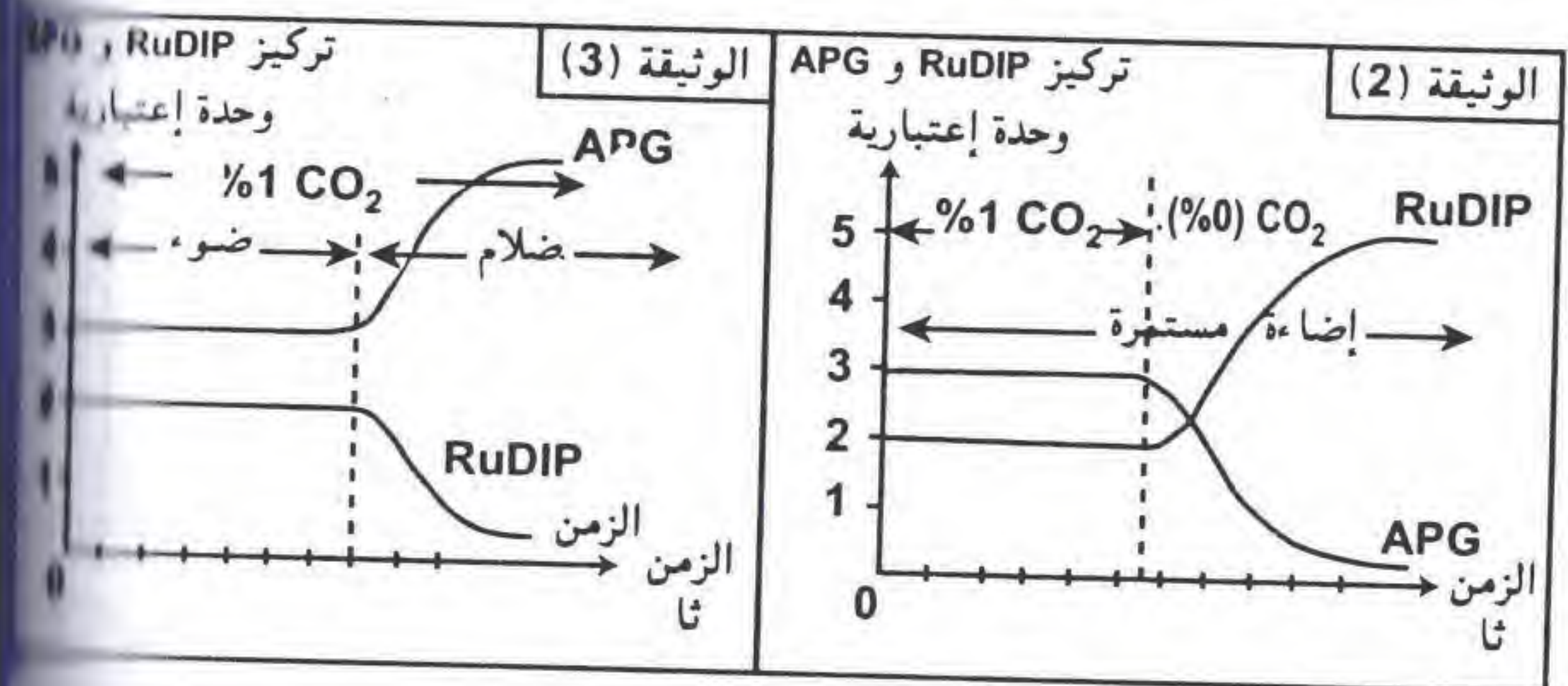
التركيب الكيميائي للوسط	إشعاع الجزيئات المصطنعة	الغاز المطروح
$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ موسوم بـ $^{14}\text{C}$	+	$\text{O}_2$ غير مشع
$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ موسوم بـ $^{18}\text{O}$	+	$\text{O}_2$ غير مشع
$\text{H}_2\text{O}$ موسوم بـ $^{18}\text{O} + \text{CO}_2$	-	$\text{O}_2$ مشع

- فسر هذه النتائج.

5 - لمعرفة شروط تثبيت غاز ( $\text{CO}_2$ ) الموسوم بـ  $\text{C}^{14}$  في وظيفة عناصر الولاية (1) قمنا بقياس تغيرات تركيز مركبين هما:

- حمض الفوسفو غليسريك APG.

- الريبولوز ثنائي الفوسفات RUDIP النتائج المحصل عليها سمحت برسم مخطط الوثيقتين (2)، (3) حيث أن الوثيقة (2) ثم الحصول عليها في إضاءة مستمرة والانتقال من وسط غني بـ ( $\text{CO}_2$ ) إلى وسط يفتقر له بينما تم الحصول على النتائج الوثيقة (3) في وجود وغياب الضوء وإضافة ( $\text{CO}_2$ ) بتركيز 1%.



أ - حلل وفسر منحبي الوثيقتين (2) و (3).

♦ في وجود إضاءة مستمرة ونسبة ثابتة من ( $\text{CO}_2$ ) (1%).

♦ في وجود إضاءة مستمرة وغياب ( $\text{CO}_2$ ).

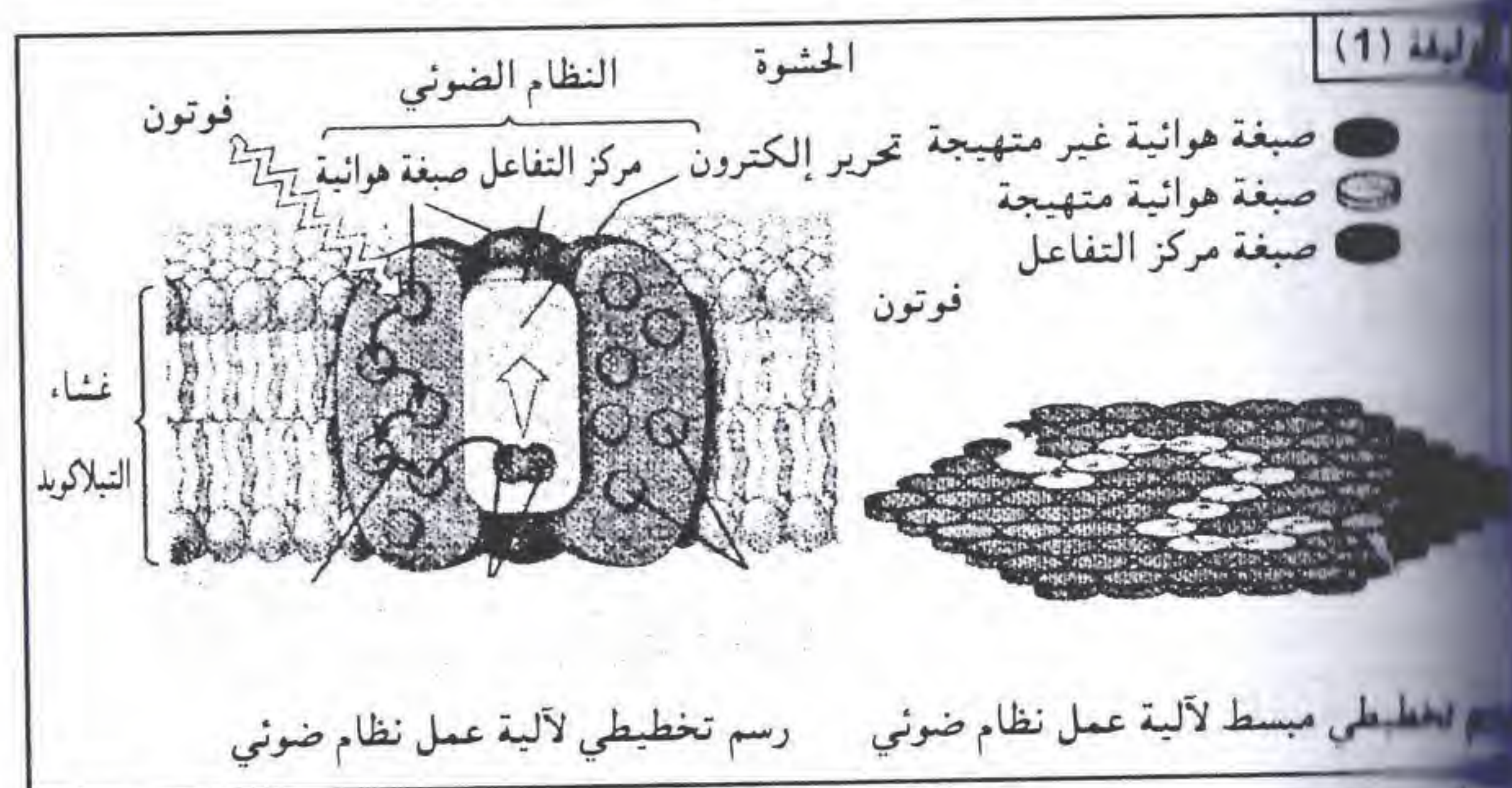
♦ في وجود نسبة ثابتة من ( $\text{CO}_2$ ) (1%) وغياب الضوء.

ب - بين العلاقة بين المركبين RUDIP و APG بمخطط بسيط.

### المعريين 12:

أ - إن الأنظمة الضوئية تتكون من أصبغة مختلفة فما هي آلية عملها من أجل ذلك تقوم بما يلي:-

أ - الوثيقة رقم (1) توضح آلية عمل أصبغة النظام الضوئي.



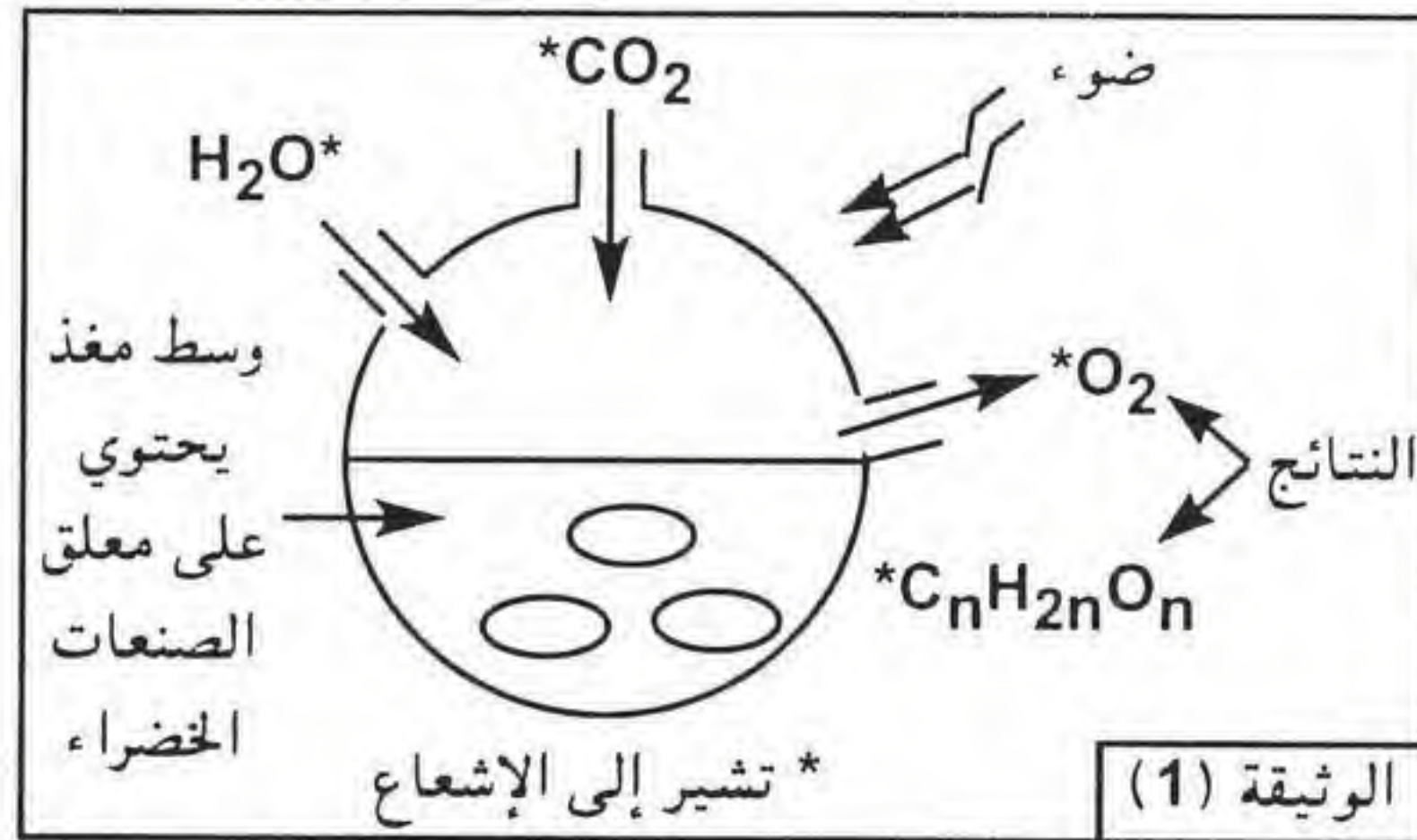
أ - ماذا يحدث عند سقوط فوتونات على أصبغة هوائية في النظام الضوئي؟  
 ب - حدد دور كل من الأصبغة الهوائية وأصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي؟  
 ج - علل استعمال تسمية مركز التفاعل لجزيئات من اليخضور في النظام الضوئي؟  
 د - لتوضيح عمل الأنظمة الضوئية نستعرض المعطيات المبينة في الجدول الموالي

التسمية	نوع الصبغة	عدد الجزيئات/نظام ضوئي	الرمز المستعمل
أصبغة هوائية	يخضور أ يخضور ب	عدة مئات	P1, P2, P3, ..... Pn
	أشباه الجزرين (أصبغة مساعدة)	عشرات	
مركز التفاعل	يخضور أ	2 فقط	PSII في P <sub>680</sub> PSI في P <sub>700</sub>



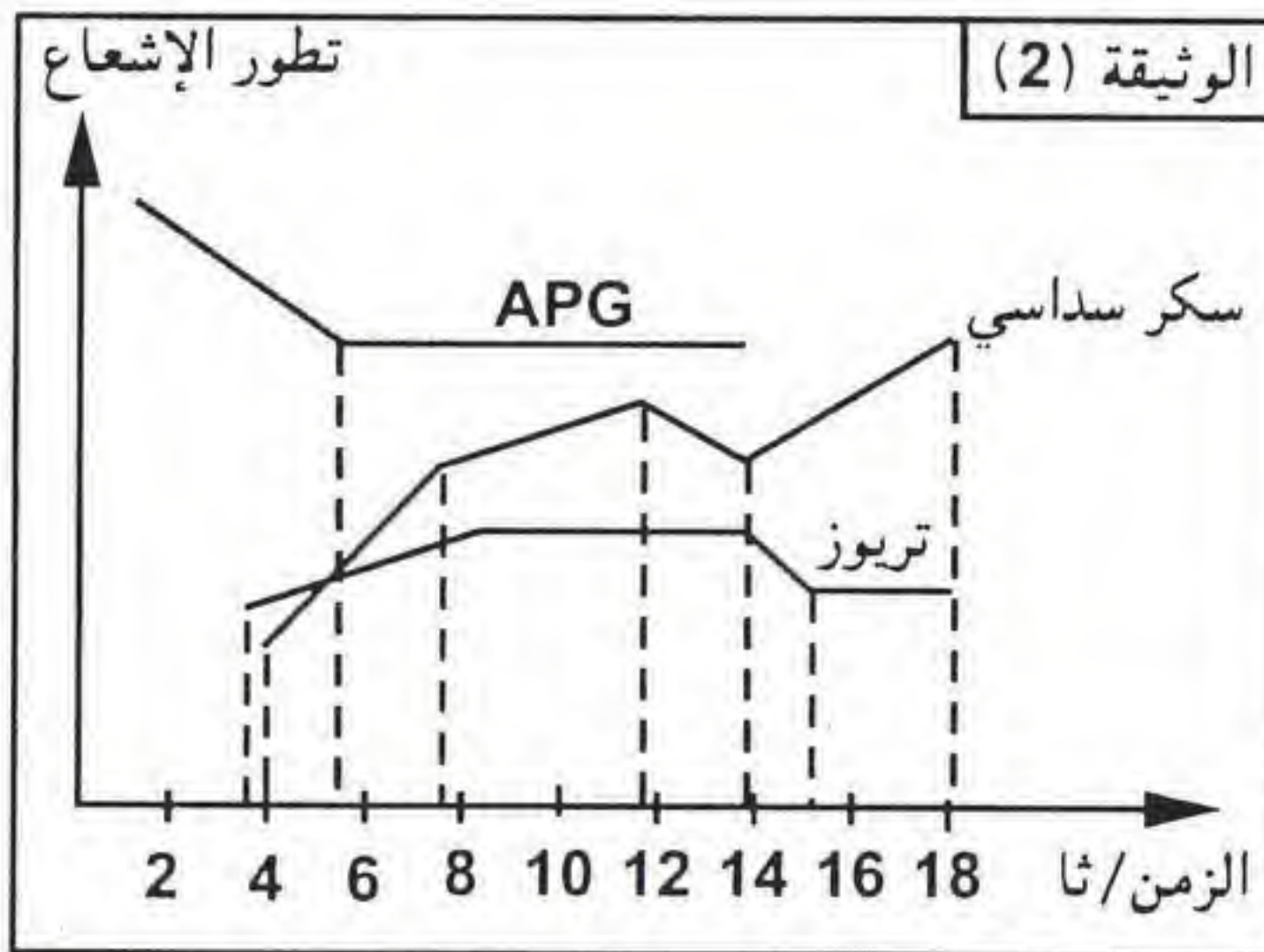
## تمرين 13:

1 - لتحديد وظيفة الصانعة الخضراء تم إنجاز التجربة الممثلة في الوثيقة (1).



أ - ماذا تستخلص من النتائج الموضحة في التجربة؟  
ب - اكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية التي تظهر عما حدث.  
ج - حدد مقر التفاعلات التي أدت إلى ظهور النتائج المشار إليها في التركيب التجريبي.

2 - لتابعة مصير  $CO_2$  المثبت أثناء مراحل تحويل الطاقة، وضع معلق من



الصانعات في وسط حيوي يحتوي على 4% من  $CO_2$  عادي.

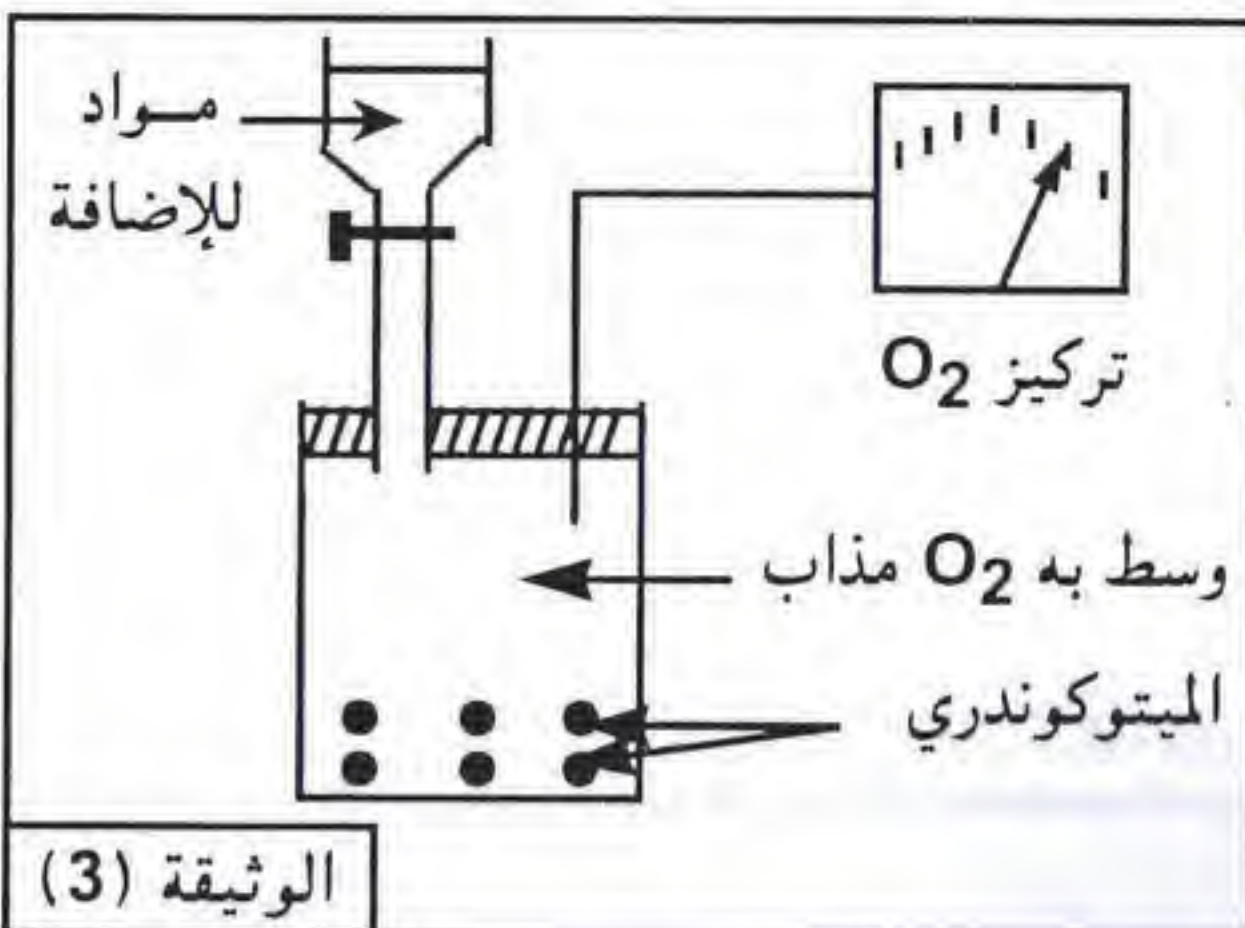
وبعد ثانيتين زود الوسط بـ  $(^{14}CO_2)$  المشع، ثم عرض

مسحت متابعة تطور الإشعاع بالوصول على المنحنيات الممثلة في الوثيقة (2).

أ - حلل وفسر هذه المنحنيات.

ب - رتب المركبات الناتجة وفق تسلسلها الزمني.

ج - انطلاقاً من معلوماتك والنتائج التجريبية المحصل عليها، هل تسمح هذه النتائج بتحديد الجزئية العضوية المستقبلية لـ  $CO_2$ ؟ علل إجابتك.



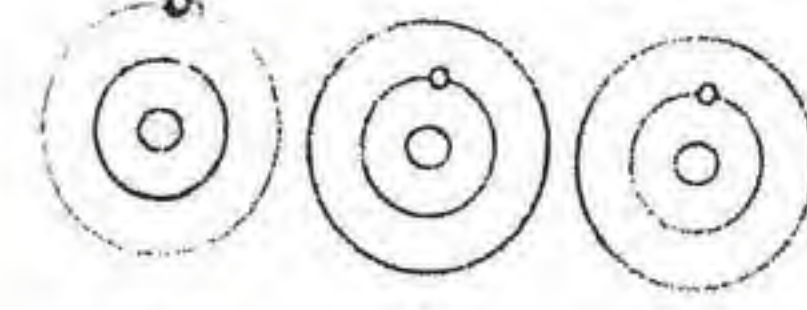
3 - لغرض تحديد دور عضوية الميتوكوندري عزلت هذه العضيات بواسطة جهاز الطرد المركزي ثم وضعت في وسط متعادل التوتر ومشبع بالأكسجين. في الوثيقة (3) جهاز قياس كمية الأكسجين في الوسط تبعاً للزمن ولمختلف التفاعلات المضافة إلى الوسط.

فوتون

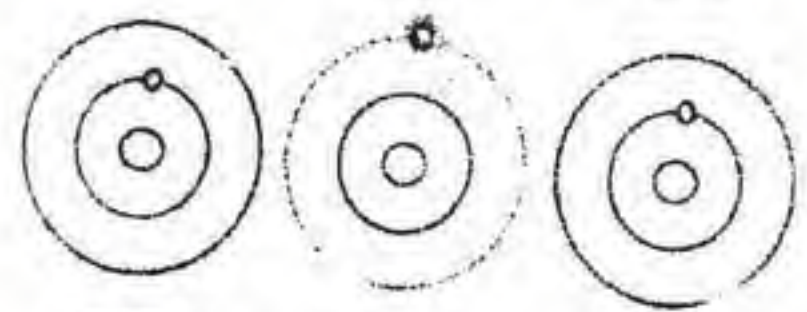


1 إستقبال الطاقة الضوئية من طرف صبغة هوائية P1.

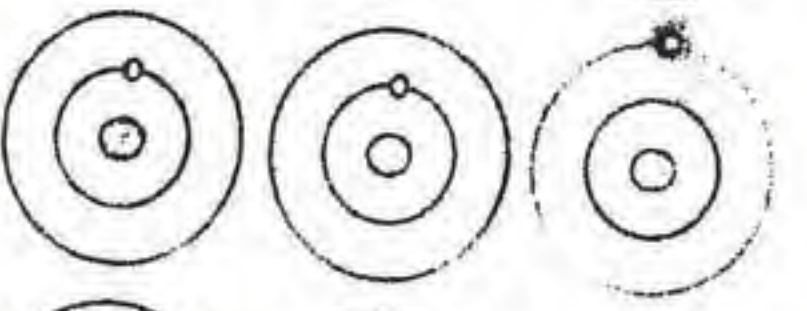
مركز التخليص أصبغة هوائية



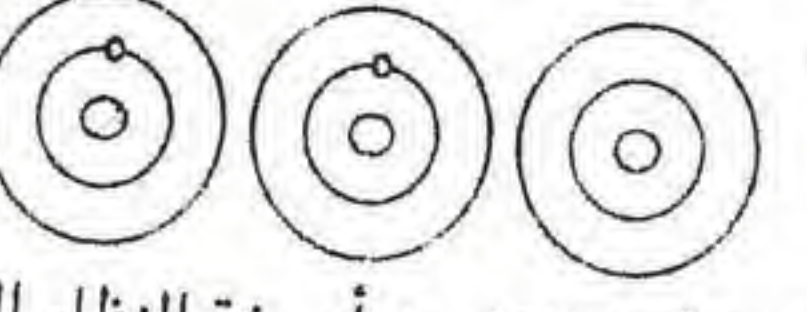
2 تهيج صبغة هوائية P1.



3 تهيج صبغة هوائية P2 بعد انتقال الطاقة إليها من صبغة هوائية مجاورة P1.



4 تهيج صبغة مركز التفاعل بعد انتقال الطاقة إليها من صبغة هوائية مجاورة P2.



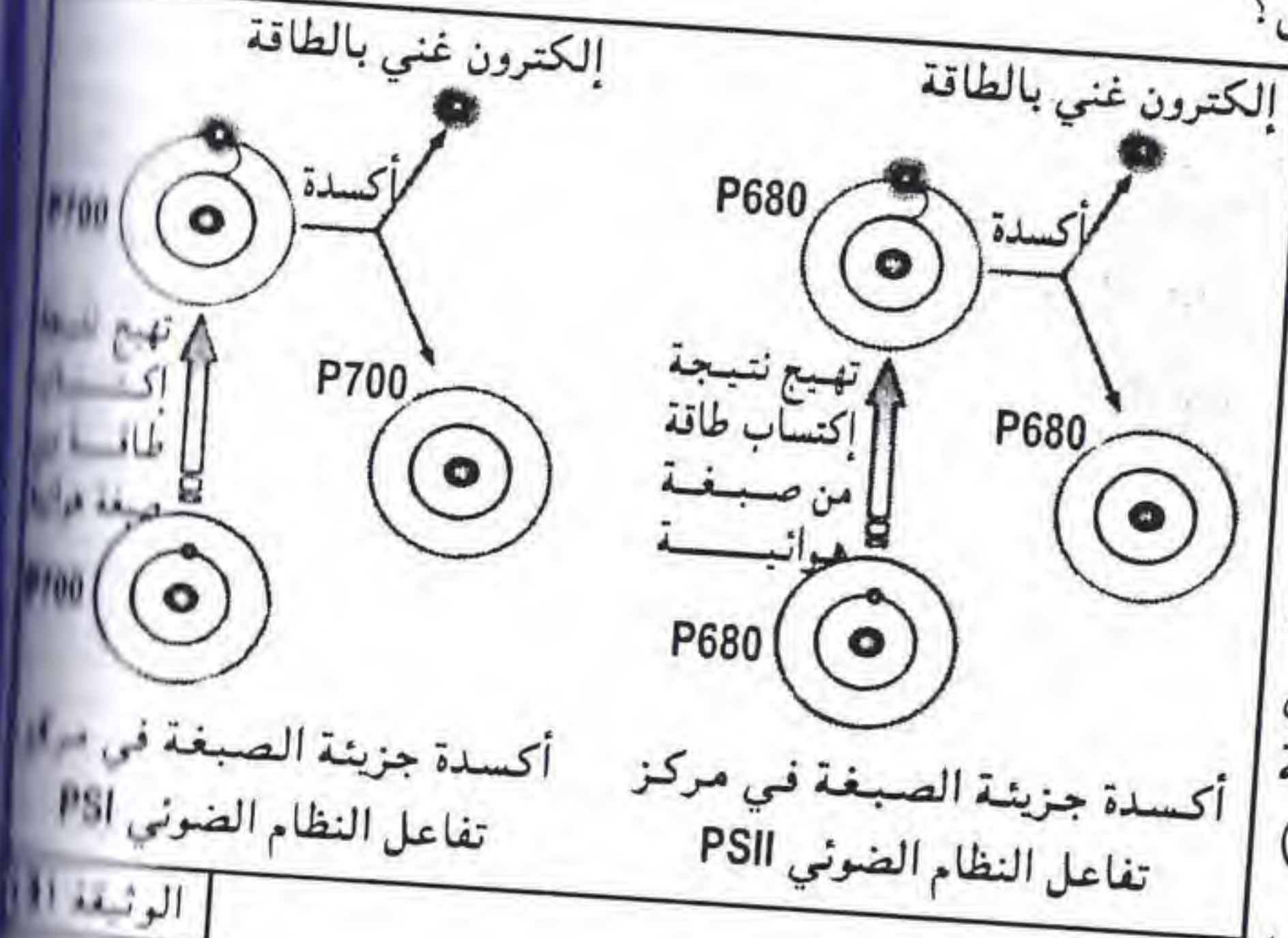
5 تحرير إلكترون غني بالطاقة من صبغة مركز التفاعل (أكسدة).

انتقال الطاقة بين أصبغة النظام الضوئي

الوثيقة (2)

1 - حلل معطيات الجدول والوثيقة (2).

2 - ماذا تستخلص؟



ج - لتوضيح حالة أصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي بعد إكتسابها للطاقة نقدم الوثيقة (3).

قارن بين انتقال الطاقة في الأصبغة الهوائية (الوثيقة 1) وانتقالها في أصبغة مركز التفاعل (الوثيقة 3).

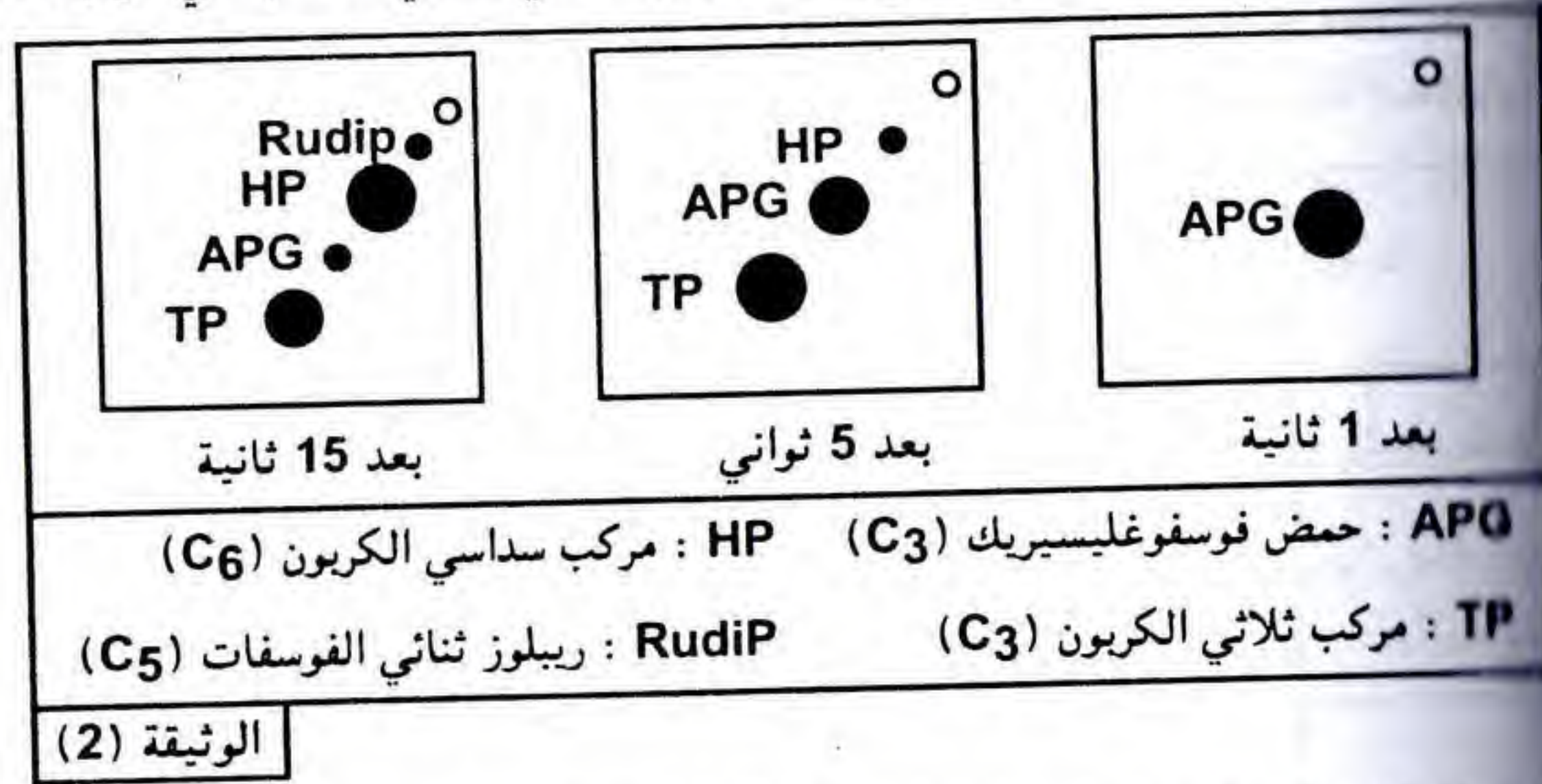
د - إعتماداً على معلوماتك وما سبق أكتب تسلسل معادلات السلسلة التركيبية الضوئية



ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها فيما يخص آليات التركيب الضوئي ؟  
2. نرود كلوريلاً (أشنة خضراء أحادية الخلية) بـ  $CO_2$  ذو كربون مشع ونعرضها للضوء. نوقف التفاعلات الكيميائية خلال أزمنة مختلفة متتالية :

(1 ثانية، 5 ثواني، 15 ثانية).

لنأخذ التسجيل الكروماتوغرافي المتبوع بالتصوير الإشعاعي الذاتي نلخصها في الوثيقة 2.



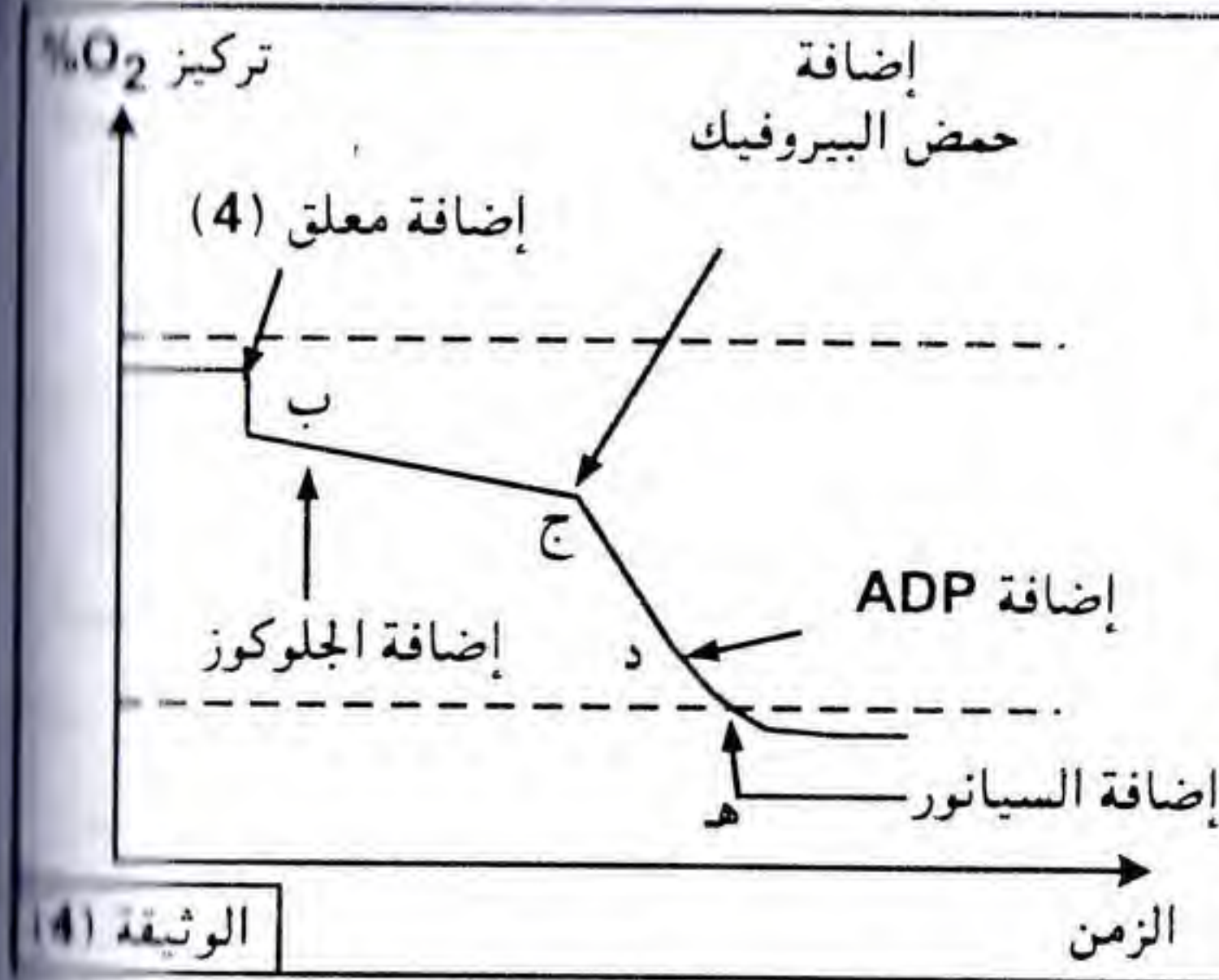
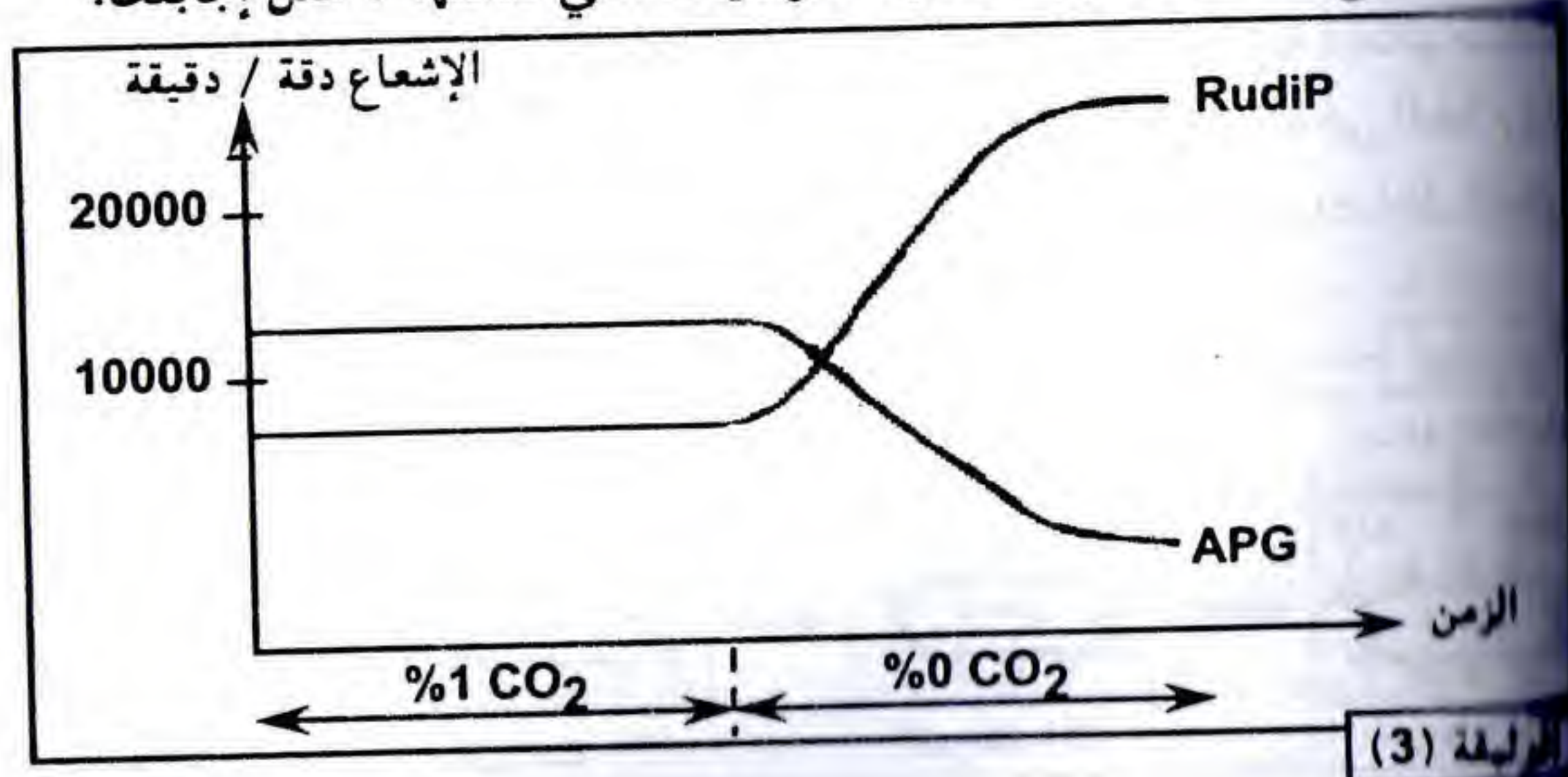
أ. حلل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة 2.. ماذا تستنتج فيما يخص المركبات المتشكلة ؟

ب. اعتماداً على هذه الوثيقة اقترح ترتيباً للمركبات المتشكلة حسب التسلسل الزمني.

ج. ما هي الفرضيات التي تقدمها فيما يخص مصدر APG ؟

د. بينت الدراسة الكمية أنه لكل جزيئة من  $CO_2$  (ذو كربون مشع) المثبتة نحصل على جزيئين من APG بحيث يظهر الإشعاع في جزيئة واحدة فقط.

هـ. هل تسمح لك هذه النتيجة بتأكيد الفرضيات التي قدمتها ؟ علل إجابتك.



نتائج التسجيل ممثلة بيانياً في الوثيقة (4).

أ - فسر المنحنى الممثل في الوثيقة (4)، مبرزاً العلاقة الموجودة بين حمض البيروفيك والأكسجين.

ب - سم المرحلة التي يتم خلالها تشكيل الـ ATP على مستوى الهائلوبلازم وكذلك على مستوى حشوة الميتوكوندري مبرزاً الحصيلة الطاقوية القابلة للاستعمال وغير القابلة للاستعمال من جزيئة جلوكوز واحدة في كل مرحلة.

ج - حدد دون شرح دور الميتوكوندري في الخلية.

4 - باستعمال معلوماتك وما توصلت إليه سابقاً، بين بواسطة رسم تخطيطي وظاهري نقل الطاقة على مستوى خلية ذاتية التغذية وأخرى غير ذاتية التغذية.

## تمرين 14:

1 - يلخص جدول الوثيقة 1 - تجارب أنجزت على مكونات مختلفة لصانعات خضراء و النتائج المتحصل عليها.

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	تيلاكويد + (Pi + ADP) في وجود الضوء	تشكل ATP
2	مادة أساسية (ستروما) + (Pi + ADP) في وجود الضوء	عدم تشكل ATP
3	تيلاكويد + $CO_2$ ذو كربون مشع في وجود الضوء	عدم استعمال $CO_2$
4	مادة أساسية (ستروما) + $CO_2$ ذو كربون مشع في وجود الضوء	الإشعاع المقاس = 2000 / دقيقة
5	مادة أساسية (ستروما) + تيلاكويد + $CO_2$ ذو كربون مشع في وجود الضوء	الإشعاع المقاس = 96000 / دقيقة

الوثيقة (1)



1. ماذا يمكن قوله عن pH الوسط وتجويف التيلاكويد في المرحلتين (1 و 2)؟  
 قدم إذن تعريفا لمفهوم الـ pH.

2. قدم تفسيراً شاردياً لاختلاف pH الوسط عن pH تجويف الكبيس في المرحلة (2).

3. علل تغير pH تجويف الكبيس في المرحلة (3).

4. علل إضافة NaOH للوسط في المرحلة 4.

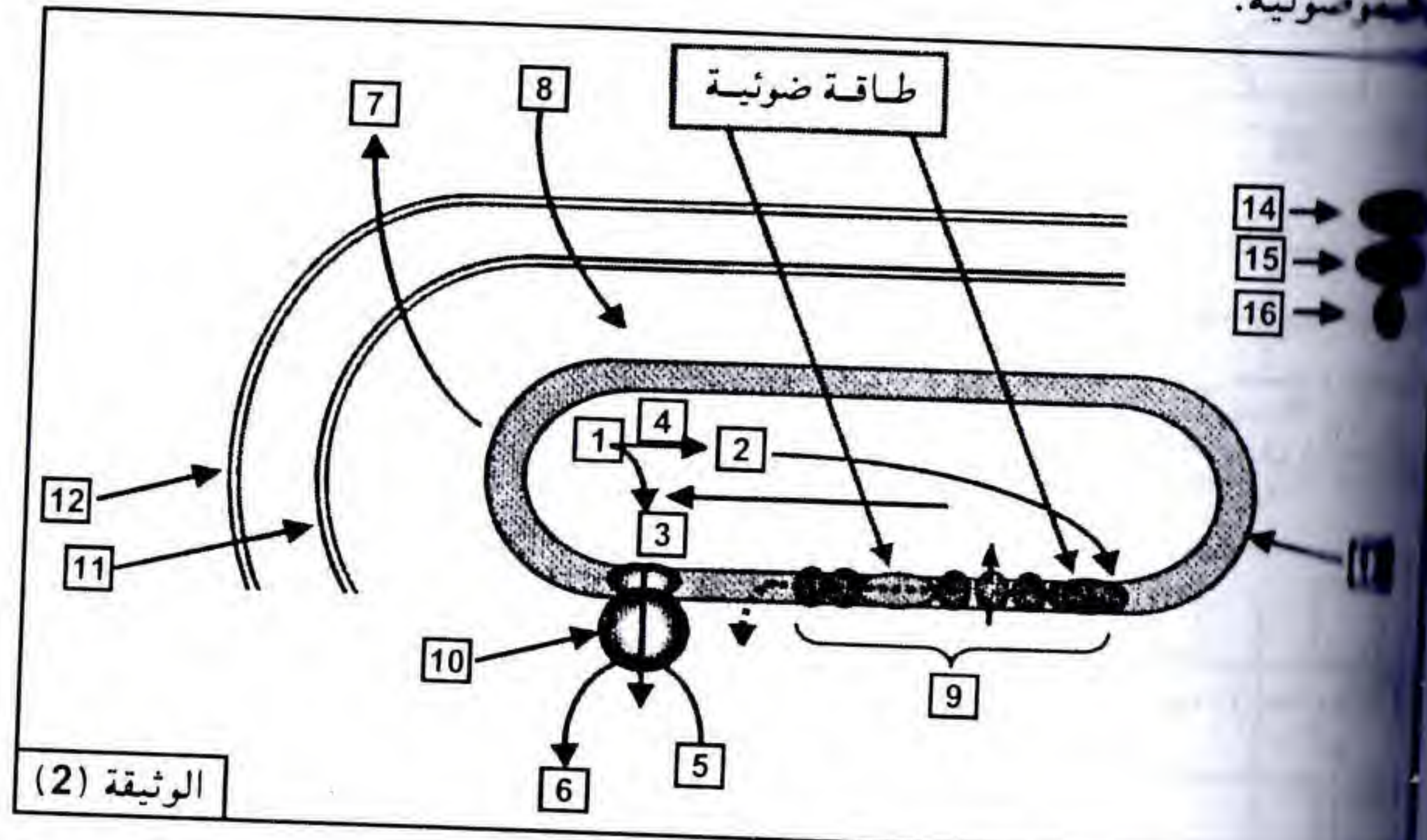
5. α. ماهو مصدر البروتونات المكدسة داخل الكبيس؟

β. إستخرج آلية تركيب الـ ATP إنطلاقاً من ADP و Pi في المرحلة 4 من التجربة محدداً مصدر الطاقة التي أدت إلى تشكل الـ ATP.

γ. لخص تفاعل تركيب الـ ATP في معادلة إجمالية.

δ. إستنتج مما سبق شروط تركيب الـ ATP.

ب. تمثل الوثيقة (2) رسماً تخطيطياً يوضح مختلف التفاعلات في المرحلة الكيميائية.



إطلاقاً من المعلومات المتوصل إليها ومعلوماتك:

1. أكتب بيانات الوثيقة (2).

2. إستخلص نواتج المرحلة الكيميائية.

3. حدد دور العنصرين (14 و 15) في هذه المرحلة.

4. ألحز رسماً تخطيطياً وظيفياً تبين فيه آلية حدوث المرحلة الكيميائية الضوئية من تركيب الضوئي.

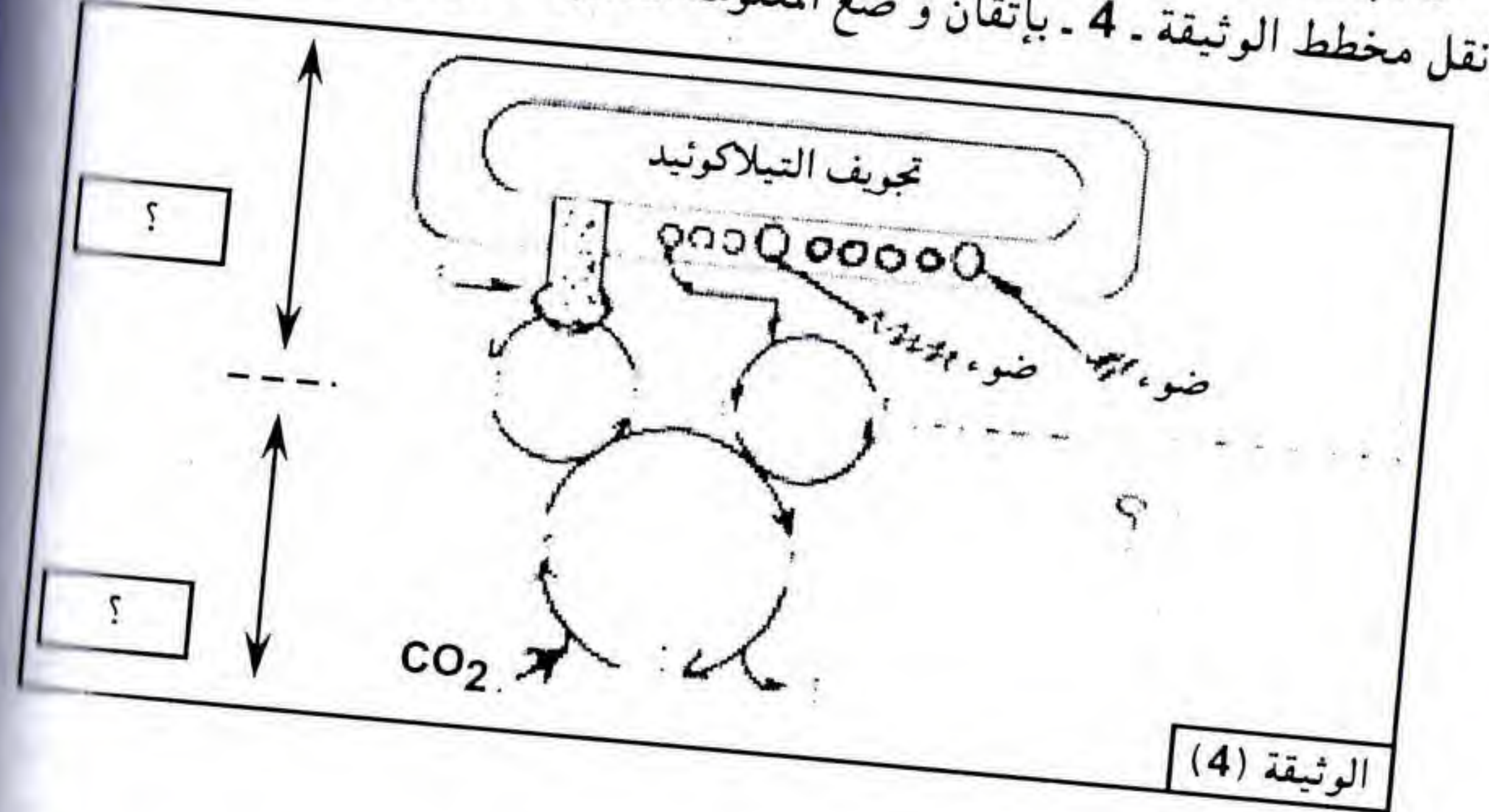
هـ. تبين الوثيقة (3) في الصفحة السابقة تغيرات تركيز APG و Rudip المقاسة في معلق من الكلوريل في وسط غني بـ  $CO_2$  ذو كربون مشع ثم نقلها إلى وسط فقير منه.

α. ماذا تلاحظ حول تطور المركبين في الوسطين ( $CO_2 = 1\%$ ,  $CO_2 = 0\%$ )؟

β. فسر تطور المركبين في الوسطين السابقين مبرزاً العلاقة بينهما.

3. باستعمال المعلومات السابقة و معارفك الخاصة حول عملية التركيب الضوئي:

4. باتقان و ضع المعلومة المناسبة مكان كل علامة إستفهام.



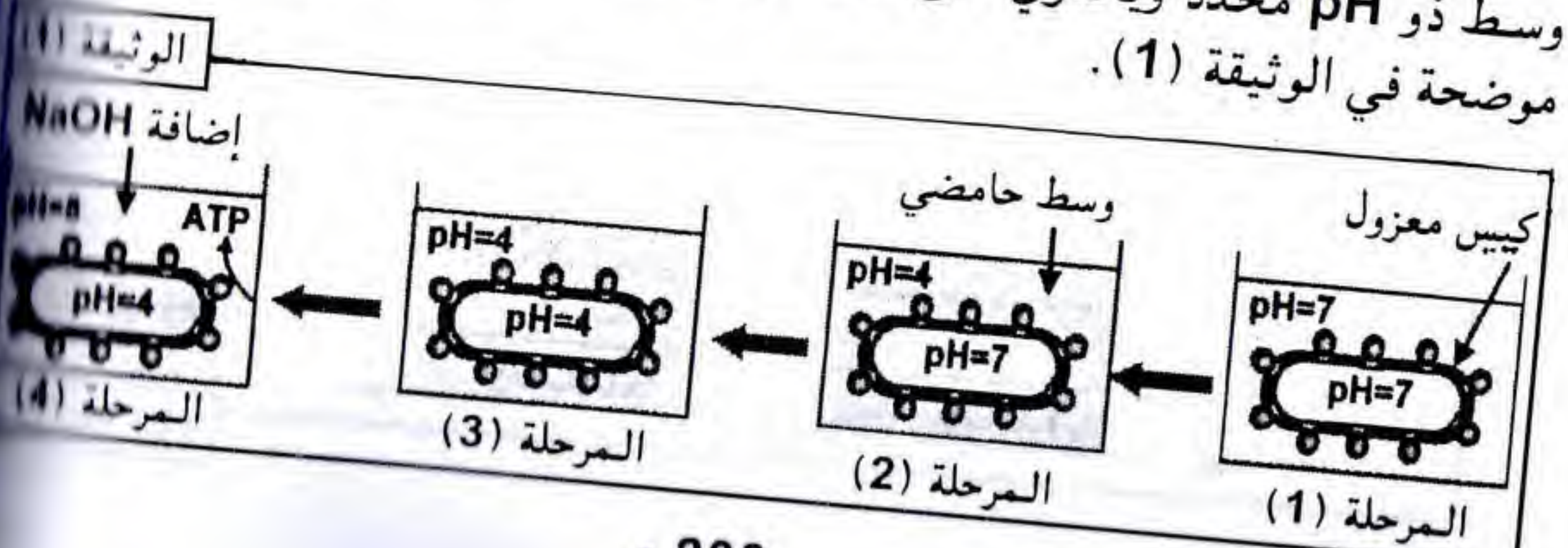
### تمرين 15:

إن أكسدة وإرجاع النظامين الضوئيين PSI و PSII يؤديان إلى تكديس الكبيسات بالبروتونات، نريد معرفة مصير هذه البروتونات.

أ. لتوضيح ذلك نستعرض التجربة التي أجراها الباحث ياغندورف André Jagendorf

Peter Mitchell: - تم في هذه التجربة وضع كبيسات معزولة في الظلام وفي

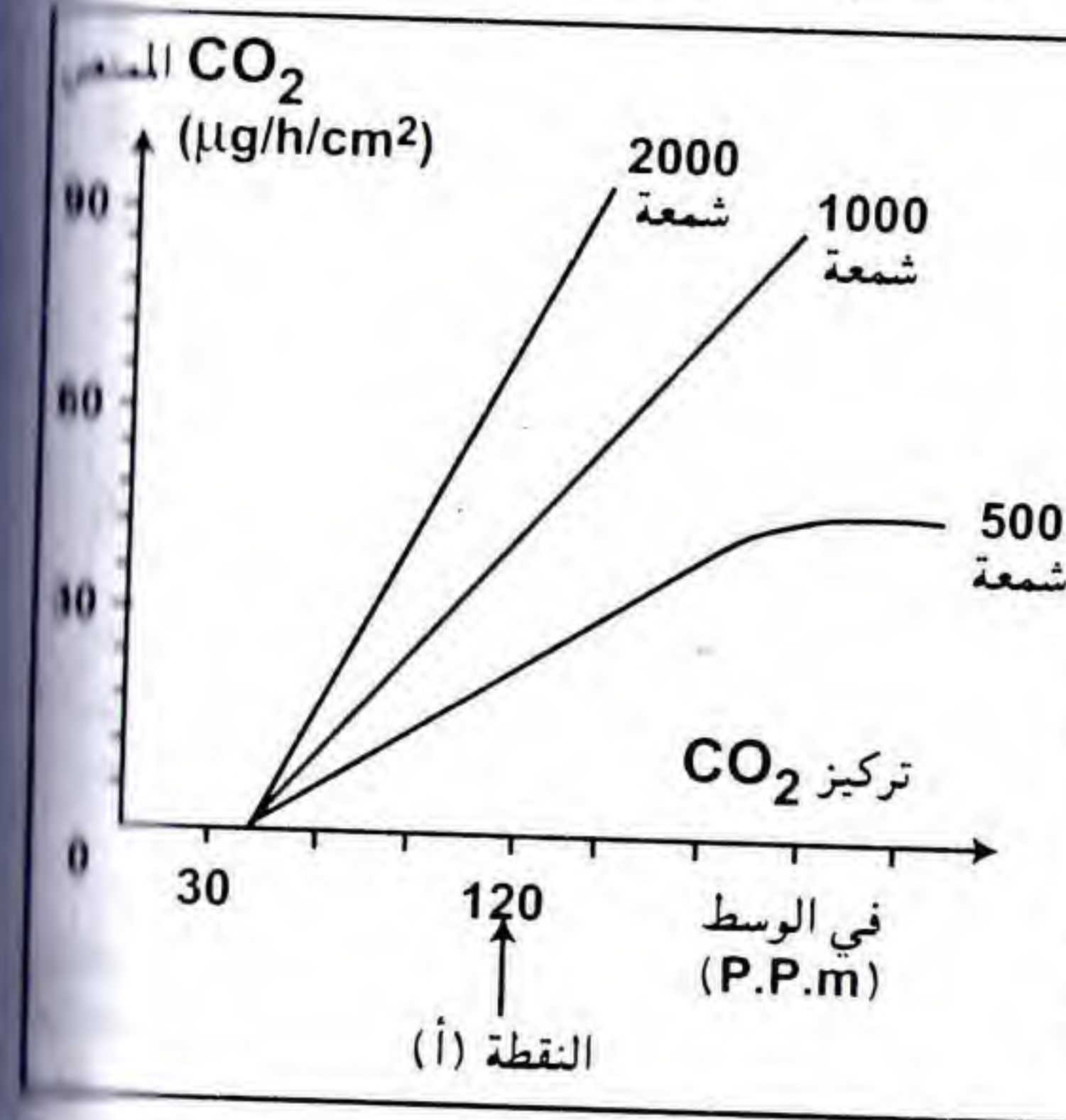
وسط ذو pH محدد ويحتوي على ADP و Pi، التركيب التجريبي ومراحل التجربة موضحة في الوثيقة (1).





## تمرين 16:

أ. بتقنية خاصة تم تحديد كمية  $CO_2$  المتص من قبل نبات عباد الشمس في ظروف مختلفة، إن الشكل الموالي يبين الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها وأن العلاقة بين عدد الشموع المشتعلة وشدة الإضاءة طردية.



1. قارن بين كميات  $CO_2$  المقتنصة من قبل نبات عباد الشمس في شدة الإضاءة المختلفة في النقطة (أ)، ماذا تستنتج؟

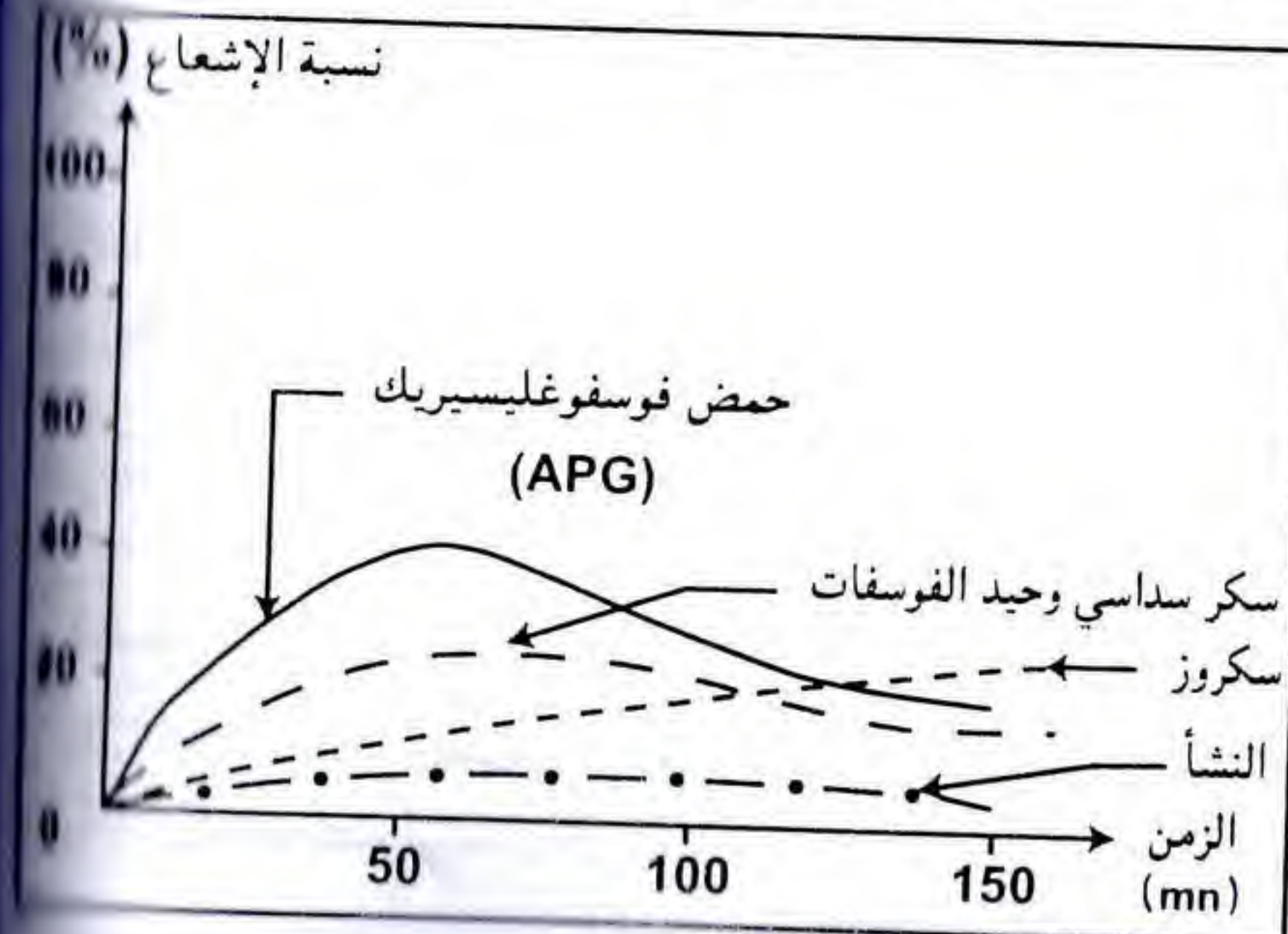
2. صف تغيير نسبة  $CO_2$  المتصصة بدلالة تركيزه في الوسط في حالة إستعمال 1000 شمعة مشتعلة؟ بآية ظاهرة حيوية يتعلق الأمر؟

3. ضع رسما تخطيطيا لمقر هذه الظاهرة (وعليها كافة البيانات) على المستوى الخلوي.

ب. قصد تحديد مصير  $CO_2$  المتص، تم إستعمال  $CO_2$  ذو كربون مشع وبنتيجة خاصة تم تحديد نسبة الإشعاع في بعض المواد العضوية لدى نبات يخضوري والشكل الموالي يترجم النتائج المحصل عليها.

1. رتب هذه المواد المتشكلة حسب تسلسلها الزمني.

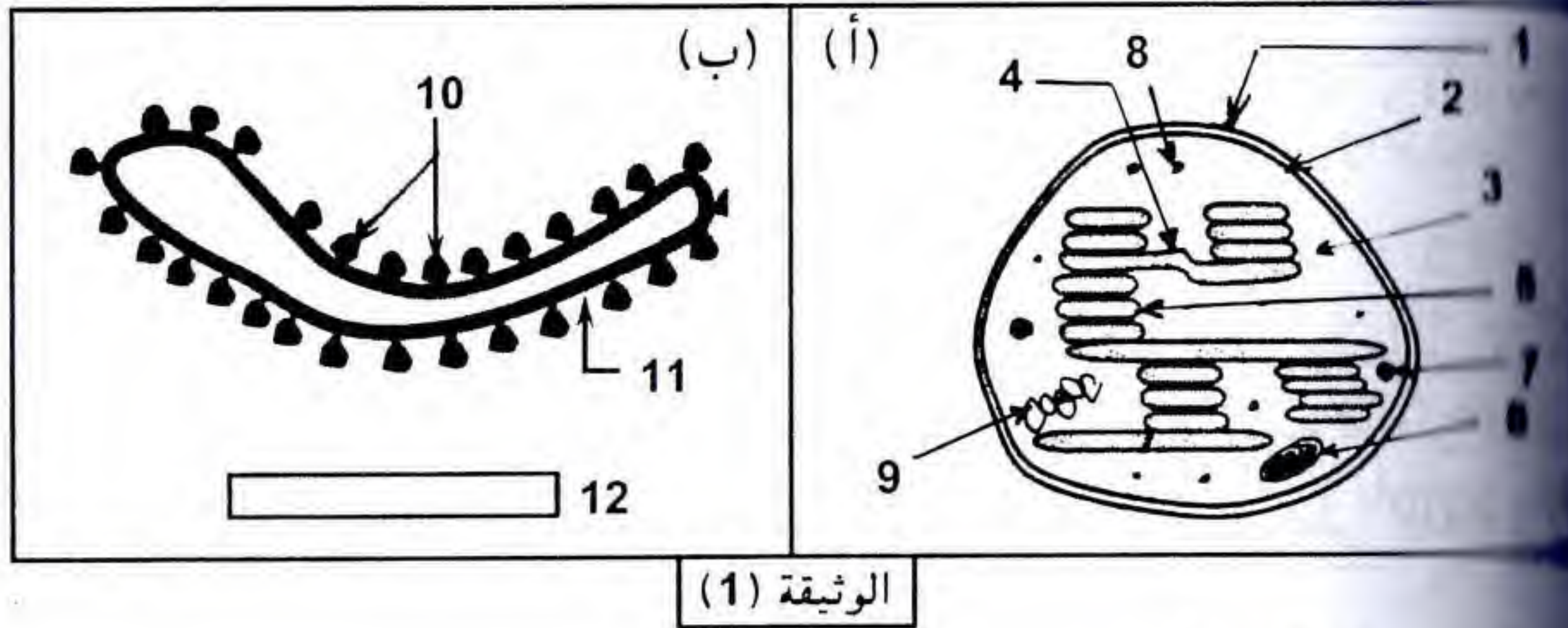
2. إعتماذا على معطيات الشكل ومعلوماتك حدد العلاقة بين هذه المواد إذا علمت بأن أول من يستقبل  $CO_2$  هو Rudip.



## تمرين 17:

إذا كانت الظواهر الطاقوية تشكل أحد الجوانب الهامة في الحياة الخلوية فهي في هذا الواقع تستوجب تواجد بنيات خلوية متكيفة مع الآليات المسيرة لهذه الظواهر. لهدف الدراسة التالية إلى توضيح بعض الجوانب لهذا المفهوم العلمي.

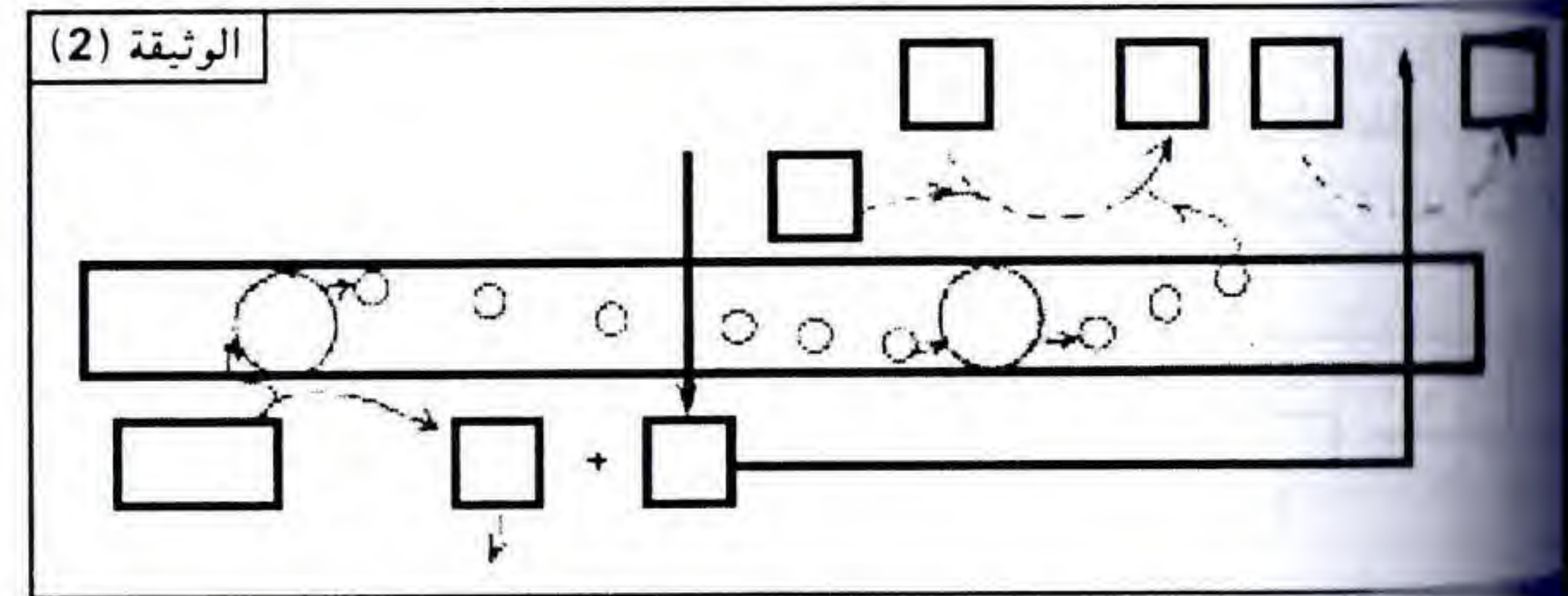
1. الوثيقة 1. المتحصل عليها بالمجهر الإلكتروني تمثل مظاهر بنيوية لوحظت على مستوى عضية جد منتشرة في الخلايا النباتية الخضراء و التي هي مقر آلية تحويل الطاقة.



1. سم هذه العضية.

2. تعرف على العناصر المرقمة (من 1 إلى 12).

II. تلخص الوثيقة 2. نموذجاً بنيوياً تفسيرياً و وظيفياً متعلقاً بآلية تحويل الطاقة التي أشير إليها سابقاً.



يرجع تصميم هذا النموذج التفسيري إلى إنجاز العديد من النشاطات التجريبية التي باستعمال خلايا نباتية خضراء أو عضيات من النمط الممثل في الوثيقة 1. الشكل التجارب التالية أمثلة مشهورة في هذا السياق.



## 1 - المثال الأول :

- توضع عضيات من النمط الممثل في الوثيقة - 1 - في وسط مناسب و ذلك في وجود الضوء الأبيض.  
- تؤدي إضافة مستقبل للإلكترونات المتمثل في أكسالات البوتاسيوم الحديدي ( $Fe^{+++}$ ) للوسط إلى انطلاق غاز الأكسجين ( $O_2$ ).

- توقف الإضاءة يكون متبوعا بتوقف انطلاق غاز الأكسجين ( $O_2$ ).

أ - فسر هذه النتائج مستعينا بمعادلة كيميائية، ثم وضع ماذا يحدث في الشروط الفيزيولوجية العادية.

ب - حدد هذه الظاهرة على مستوى النموذج الممثل في الوثيقة - 2 - و ذلك بعد إعادة رسمه على ورقة الإجابة.

## 2 - المثال الثاني :

نضع عدة بنيات مماثلة لما هو ممثل في الشكل - ب - للوثيقة - 1 - في وسط موقفي في  $pH = 4$  وفي الظلام يصبح تجويف هذه البنيات بعد مرور فترة زمنية كافية له نفس الـ  $pH$ .  
- نعوض بعد ذلك الوسط الأول بوسط ذي  $pH = 8$  يحتوي على  $ADP$  و  $PI$  فنسجل تشكل  $ATP$  في الوسط المعرض للظلام.

أ - فسر هذه الملاحظة و لخص ما حدث بمعادلة كيميائية.

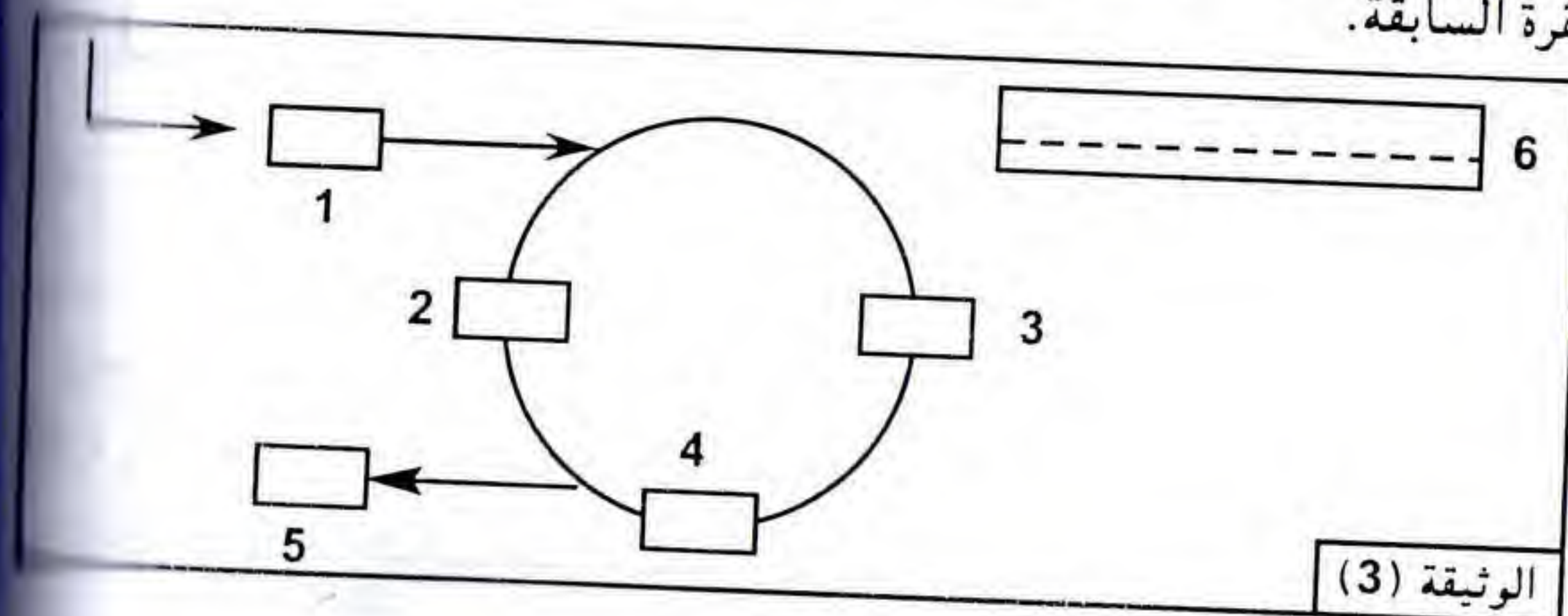
ب - ماذا يحدث لو وضعت البنيات السابقة خلال تعويض الوسط الأول في الشروط التالية :

\* في  $pH = 8$  و وجود الضوء الأبيض.

\* في  $pH = 4$  و وجود الضوء الأبيض.

ج - هل توجد علاقة بين المعلومات المستخلصة من المثالين ؟ علل إجابتك.

III - تمثل الوثيقة - 3 - نمودجا مبسطا يلخص ظاهرة مكمل للظاهرة المدروسة في الفقرة السابقة.



الوثيقة (3)

أ - أعد رسم هذا النموذج على ورقة الإجابة بعناية مع كتابة البيانات المرقمة.  
ب - حدد العلاقة الموجودة بين النموذجين المقدمين في هذا الموضوع، ثم مثلهما على الرسم المنجز.  
IV - لخص هذه الظاهرة، بتقديم تعريف للآلية الطاقوية التي كانت محل هذه الدراسة ثم أكتب المعادلة الإجمالية لها.

## المعيار 18 :

أ - لتوضيح المراحل الوسطية لظاهرة التركيب الضوئي، نقوم بالتجارب التالية:

التجربة الأولى :

نضع الصانعات الخضراء المعزولة والمهدمة جزئيا على شكل معلق في محلول مناسب خال من  $CO_2$  ومعرض للضوء.

بمجرد توفير الإضاءة فإنه يلاحظ انطلاق الأكسجين بشرط أن يكون الوسط حاويا على مستقبل للإلكترونات مثل أكسالات البوتاسيوم الحديدي ( $Fe^{+3}$ ) والذي يمكن أن يجمع إلى أكسالات البوتاسيوم ذي حديد ثنائي ( $Fe^{+2}$ ).

بمجرد توقف الإضاءة، فإنه يلاحظ توقف انطلاق الأكسجين.

التجربة الثانية :

النتائج	الشروط التجريبية	رقم التجربة
عدم فسفرة $ADP$	تيلاكويد معزولة موضوعة في الظلام في محلول ذي $pH = 7$ ، بعد التوازن فإن $pH$ الوسط الداخل تيلاكويدي يصبح مساوي أيضا 7 ، نضيف الـ $ADP$ وحمض الفسفور.	أ
فسفرة الـ $ADP$	نضع تيلاكويد لمدة زمنية في وسط ذي $pH = 4$ في الظلام حيث يصبح محتواها ذا نفس درجة الـ $pH$ ( $pH = 4$ ) ، نضع فيما بعد ودائما في الظلام في وسط تحضين قاعدي ( $pH = 8,5$ ) يحوي الـ $ADP$ وحمض الفسفور.	ب
عدم فسفرة $ADP$	تعاد الشروط التجريبية (ب) باستعمال تيلاكويد مجرد من الكريات المذبة.	ج
فسفرة الـ $ADP$	تعاد الشروط التجريبية (ب) باستعمال تيلاكويد معرضة للضوء.	د
توقف عملية فسفرة $ADP$	تعاد الشروط التجريبية (ب) لكن تضاف مادة الـ $FCCP$ وهي مادة تجعل أغشية التيلاكويد نفوذة للبروتونات.	هـ



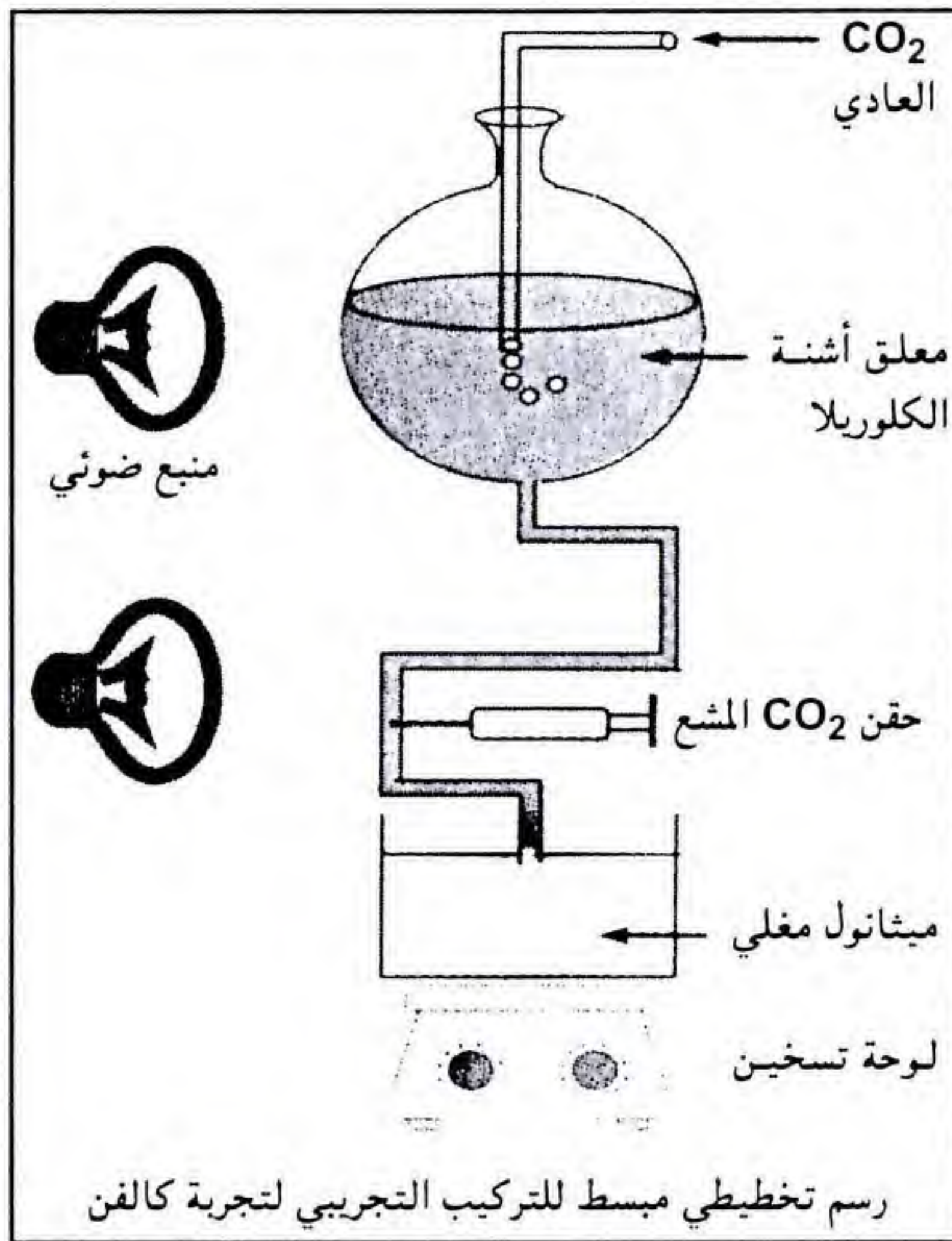
1. حلل بالترتيب كلا من هذه التجارب الأربعة.

2. ماهي المعلومات التي يمكنك إستخلاصها ؟

ب. لخص في رسم تخطيطي وظيفي مراحل ومقر مختلف التفاعلات التي سمحت إنطلاقاً من الـ  $CO_2$  الممتص والطاقة الضوئية، بتركيب السكر.

### تمرين 19:

أ. قصد التعرف على مصير غاز  $CO_2$  المستهلك في عملية التركيب الضوئي،



المهزات التجريبية الموضحة في التركيب التجريبي (الوثيقة 1)، حيث قام كالفن بمساعدته بوضع معلق أشنة خضراء (الكلوريل) في وعاء زجاجي معرض للضوء يسمح للأشنة بالقيام بعملية التركيب الضوئي ومزود بـ  $CO_2$  عادي واللافت تحت شروط ثابتة من الحرارة والضوء.

باستعمال مضخة يتم ضخ كميات من المعلق عبر أنبوب زجاجي وعاء ثاني به ميتانول مغطى، بحقن المعلق بـ  $CO_2$  المشع، يمكن التحكم في مدة تعرض الأشنة لغاز  $CO_2$  المشع في فترات تمتد من ثانية واحدة إلى عدة دقائق.

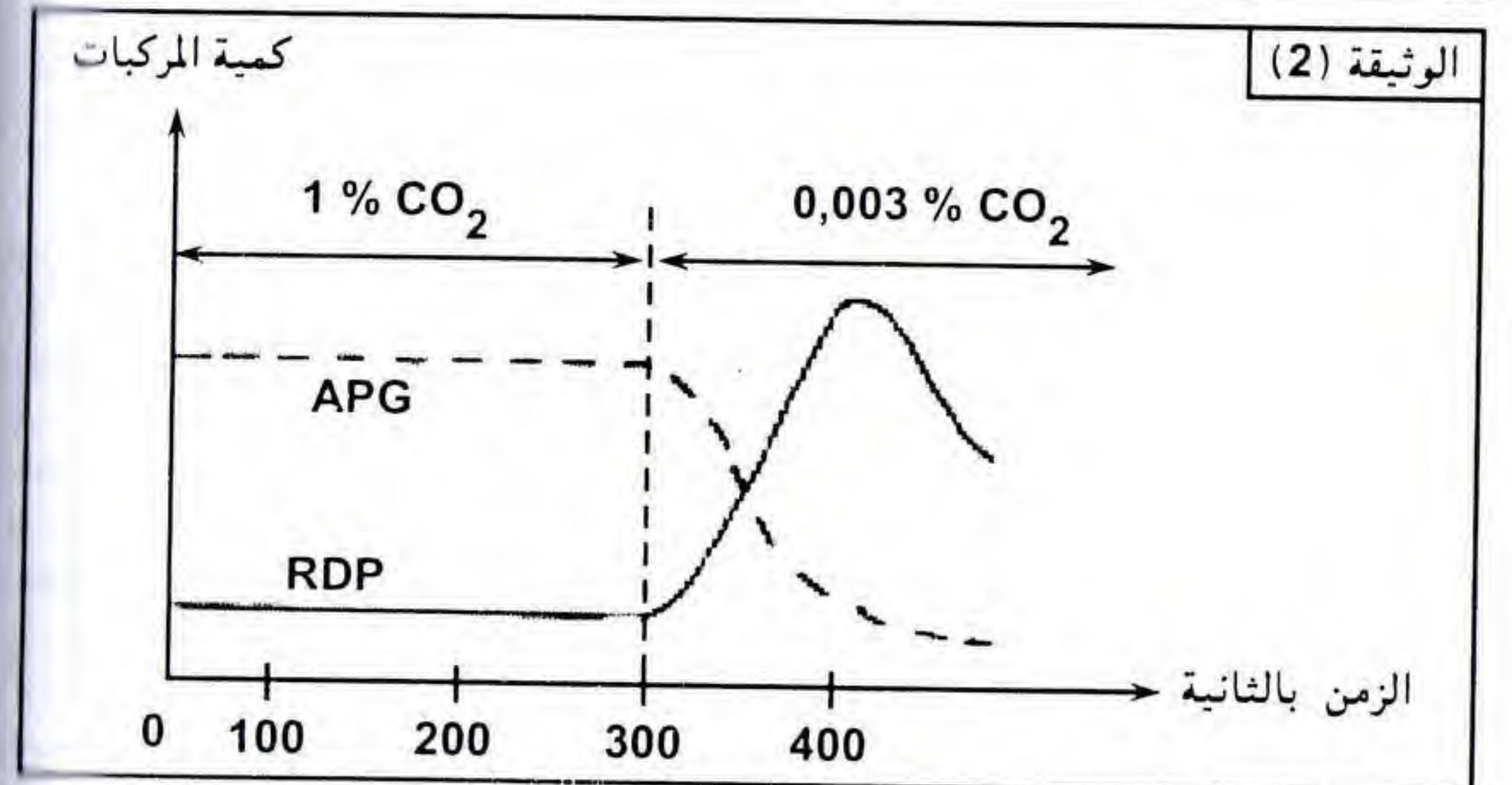
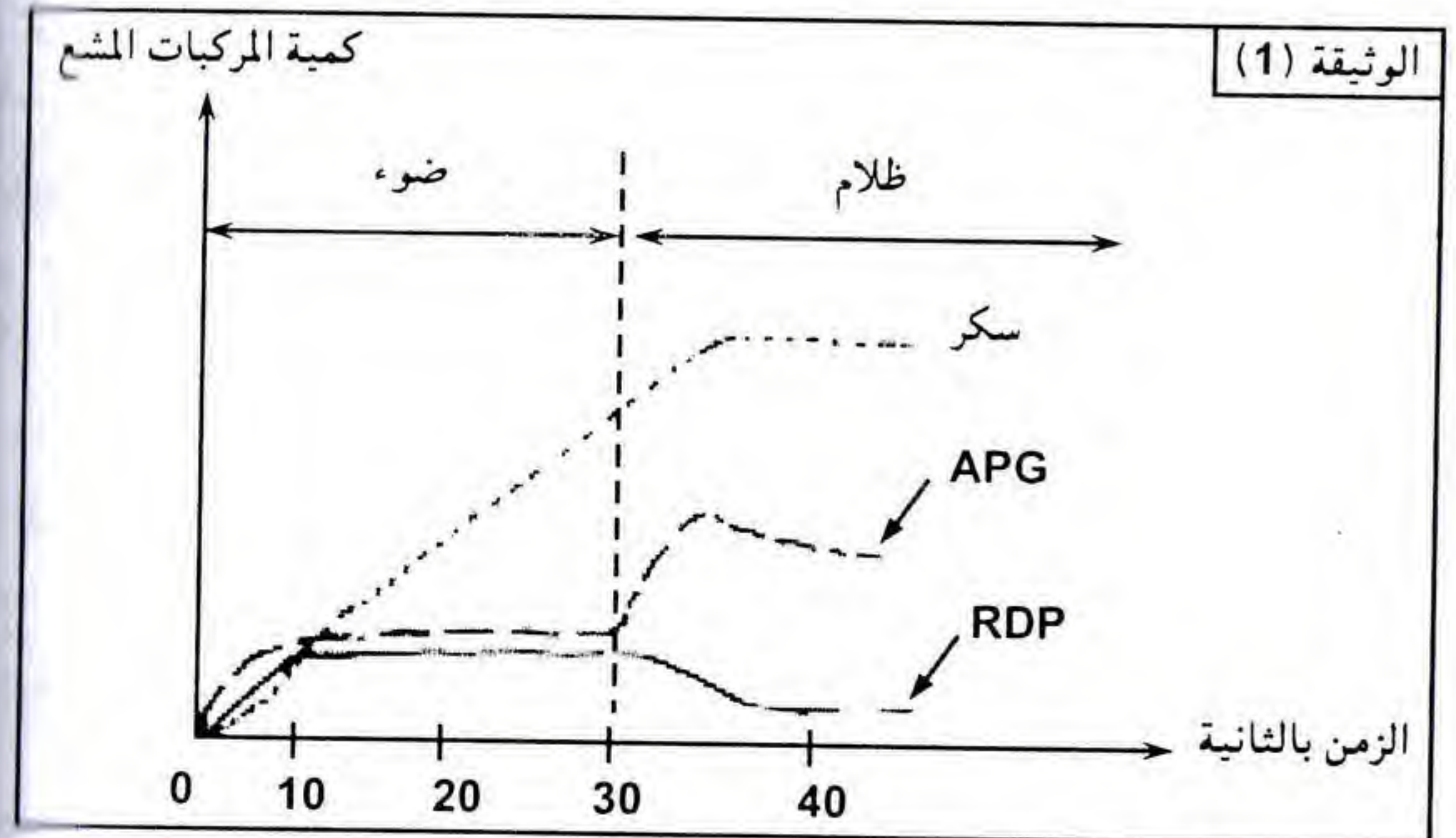
### الوثيقة (1)

باستعمال تقنية تجمع بين التسجيل ذو البعدين والتصوير الإشعاعي الذاتي يتم التعرف على محتوى مستخلص الأشنة الذي يوضح تثبيت  $CO_2$  المشع ودمجه في مركبات عضوية وسطية مختلفة ممثلة في تقنية التسجيل اللوني (الكروماتوغرافي) البعدين الذي نتائجه موضحة في الوثيقة 2.

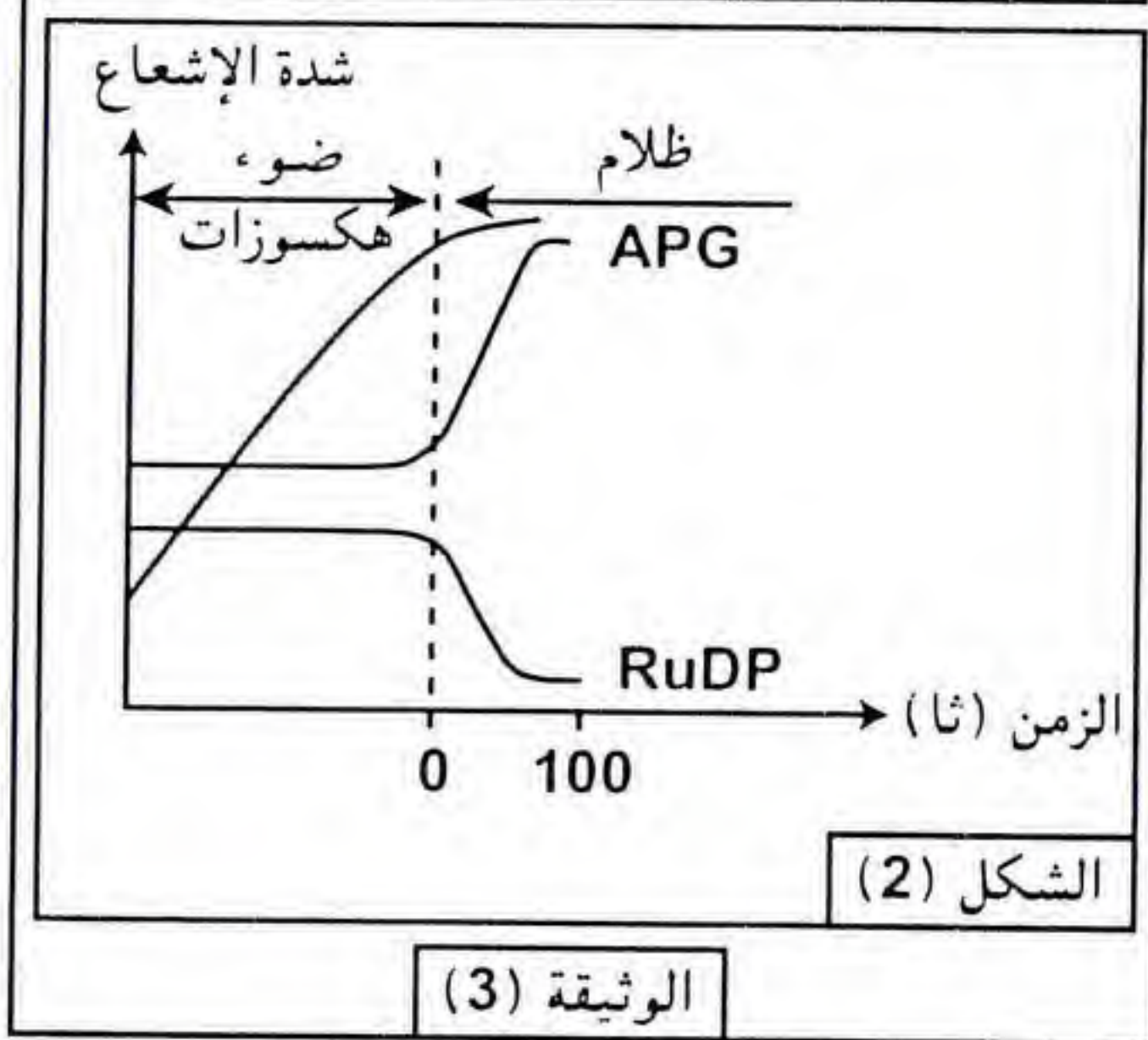
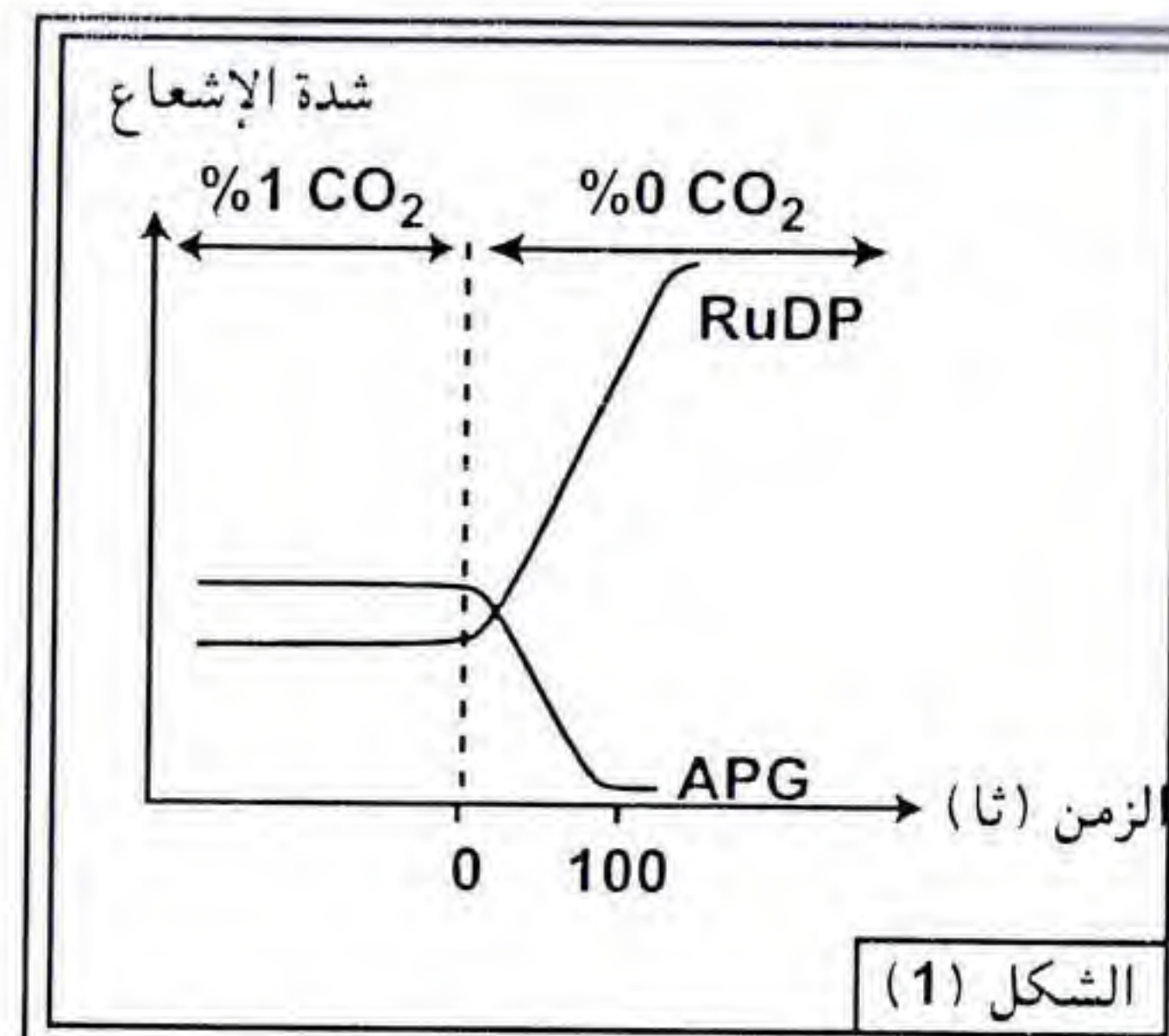
التجربة الثالثة : توضع الكلوريل في وسط به هواء غني بغاز الـ  $CO_2$  المشع (نسبة الـ  $CO_2$  بقيت ثابتة في الحيز) ثم تضاء لمدة 30 دقيقة بعدها تنقل إلى الظلام. نعاير في فترات منتظمة من الزمن الإشعاع الكلي لبعض المركبات العضوية والنتائج المحصل عليها مدونة في الوثيقة 1.

التجربة الرابعة : يوضع نبات أخضر معرض للضوء في حيز به 1% من  $CO_2$  عند الزمن  $z = 300$  ثا تغير قيمة  $CO_2$  الوسط المحيط إلى قيمة تقريبا معدومة. تقاس كميات الـ APG (حمض الفوسفوغليسريك) والـ RDP (الريبولوز ثنائي الفوسفات).

تبين الوثيقة 2 - نتائج هذه التجربة.







التجربة الأولى: وضع معلق الخلية خضراء أحادية الخلية في الضوء، وتم تزويده بـ  $^{14}\text{CO}_2$  مشع بتركيز 1%. بعد فترة زمنية (10 دقائق) تحول المعلق إلى وسط خالي من  $\text{CO}_2$ ، ثم تقاس شدة الإشعاع في العينتين معطيتين هما:

RuDP (Rubilose di Phosphate) :  
يظهر ثنائي الفسفات: مركب خماسي الكربون يقوم بتثبيت  $\text{CO}_2$ .

APG (Acide phospho Glycerique) :  
مركب فسفوغلوسريك: وهو أول مركب ناتج من تثبيت  $\text{CO}_2$ .

نتائج التجربة موضحة في منحنى الشكل (1) من الوثيقة (3).

التجربة الثانية: تم تزويد معلق الخلية خضراء أحادية الخلية بـ  $^{14}\text{CO}_2$  مشع (مع الحفاظ على تركيزه في الوسط ثابتاً خلال مدة التجربة)، يعرض المعلق للضوء لمدة دقيقة ثم يوضع في الظلام،

تقاس بعد ذلك شدة الإشعاع في كل RuDP و APG وفي السكريات السداسية (هكسوزات).

نتائج التجربة موضحة في منحنى الشكل (2) من الوثيقة (3).

1. حلل منحنى الشكل (1) من الوثيقة (3).

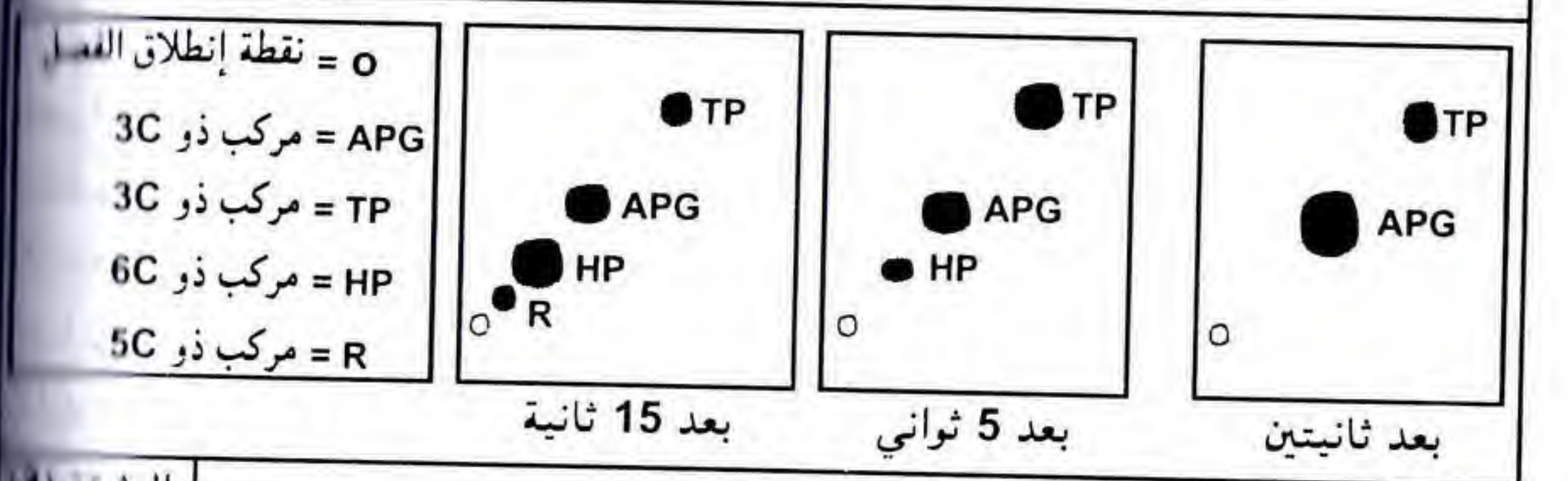
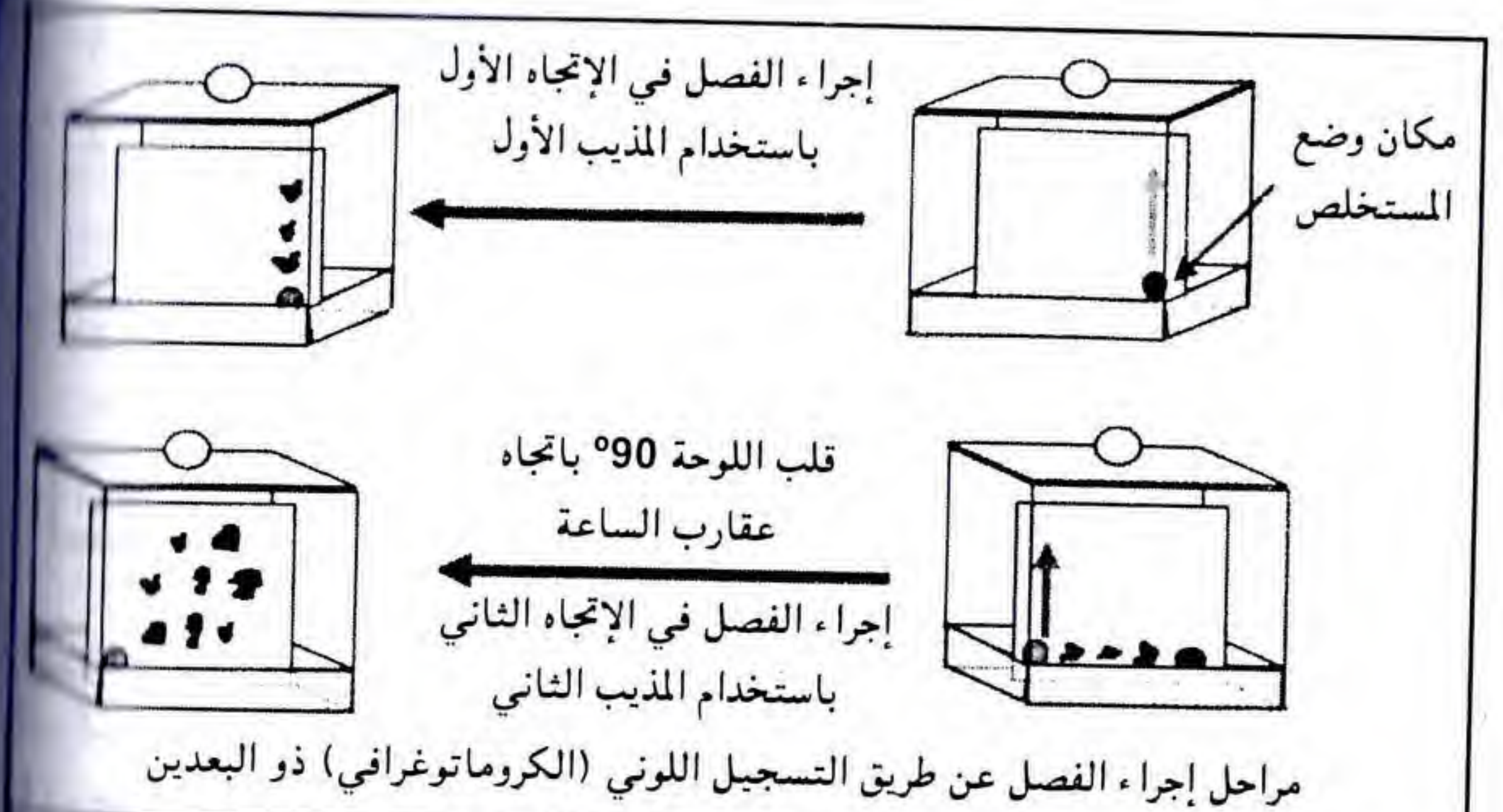
2. كيف تفسر ثبات كل من RuDP، APG في وجود  $\text{CO}_2$  والضوء في الشكل (1).

3. فسر تزايد شدة الإشعاع في RuDP وانخفاضه في APG في الشكل (1) في غياب  $\text{CO}_2$ .

4. علل تناقص كمية الـ RuDP وتزايد كمية الـ APG في الشكل (2).

5. ماذا تستخلص حول العلاقة بين APG والـ RuDP.

6. استنتج أذن شرط تجديد الـ RuDP.



1. علل الهدف من استعمال  $\text{CO}_2$  المشع.
  2. علل الهدف من إستقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي.
  3. حدد فائدة استعمال التسجيل الكروماتوغرافي ذو البعدين.
  4. باستعمال نتائج التسجيل حدد أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج  $\text{CO}_2$ .
  5. على ماذا يدل ظهور الإشعاع في مركبات أخرى إذا طالت التجربة؟
  6. باعتبار أن تفاعلات المرحلة الكيموضوئية تتم على مستوى التيلاكويد وهي تحتاج إلى ضوء بينما دمج  $\text{CO}_2$  لا يحتاج إلى ضوء حدد إذن على أي مستوى من الصانعة الخضراء يتم دمج  $\text{CO}_2$  (مقر هذه التفاعلات).
  7. إستخلص مما سبق شروط دمج غاز  $\text{CO}_2$ .
- ب. قصد التعرف على تسلسل تفاعلات دمج  $\text{CO}_2$ ، تم إجراء تحليل مفصل للمركبات التي يظهر فيها الإشعاع والتي تعبر عن دمج  $\text{CO}_2$ ، مثل (APG, RuDP) والسكريات السداسية) وذلك في شروط تجريبية معينة.



١١. اعتمادا على معطيات الجدول أذكر الشروط التي يتطلبها كل من طرح الـ  $O_2$  وإنتاج الـ **ATP** وتشكل النشاء؟

١٢. أكتب مختلف التفاعلات التي أدت إلى النتائج المحصل عليها.

١٣. حدد على مستوى الصانعة مقر:

- تركيب الـ **ATP**؟

- تركيب النشاء؟

### تمرين 21:

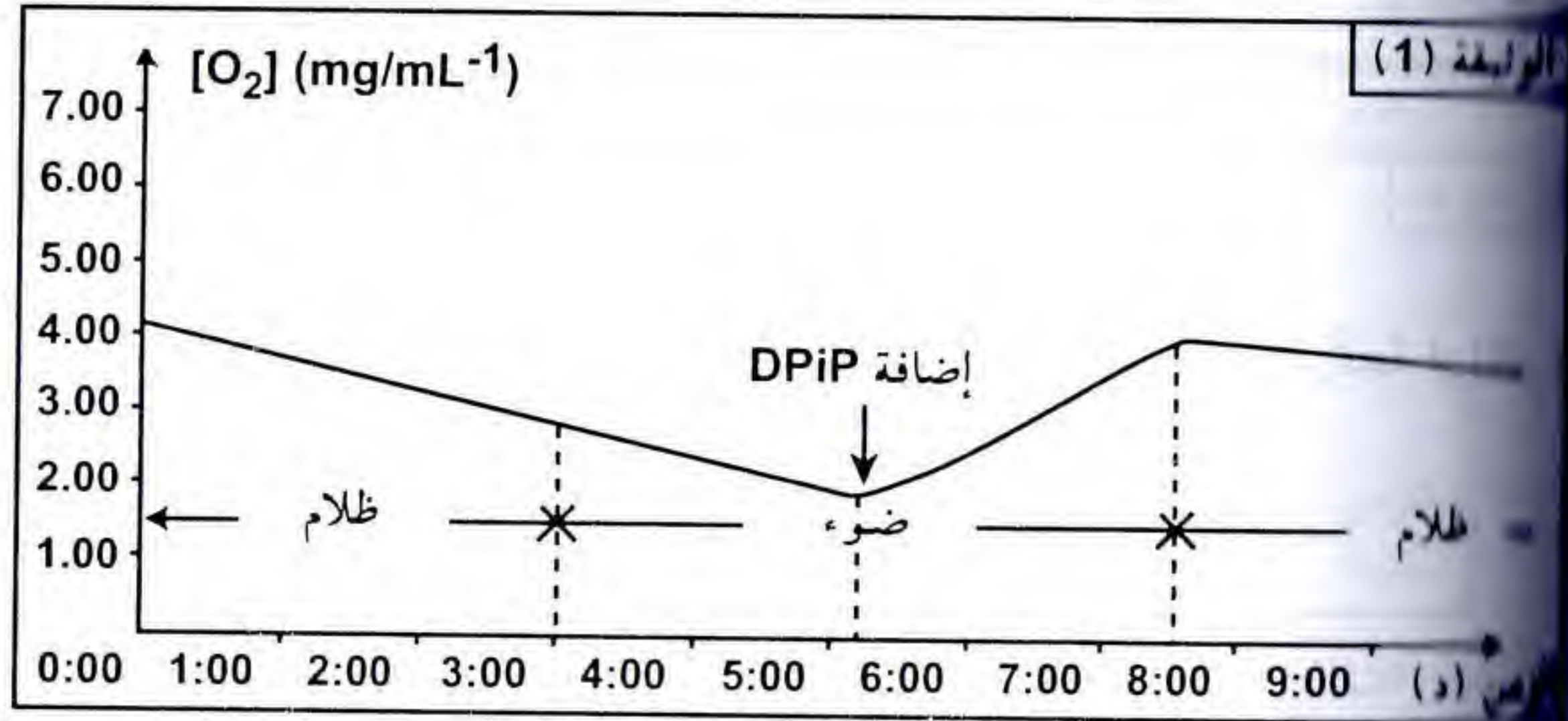
للمعدي شروط حدوث التفاعلات الكيمووضوئية ودورها في عملية التركيب الضوئي أنجزنا التجريبتين التاليتين:

#### التجربة الأولى:

المرحلة أ: نضع معلق عضيات خلايا نسيج ورقة السبانخ في وسط يحوي  $H_2O^{18}$  والكسجين مشع ( $O^{18}$ ) ويعرض المحضر للضوء النتائج ملخصة في المعادلة التالية:



المرحلة ب: نضع المعلق السابق في  $PH = 6,5$  ويفضل تجارب مدعمة بالحاسوب (EXAO) نقيس تطور تركيز الأوكسجين ( $O_2$ ) في الوسط بدلالة الزمن مع وجود محاسب الضوء مع إضافة مادة مستقبلية للإلكترونات (DPIP) في اللحظة  $z = 6$  د النتائج المحصل عليها موضحة في منحنى الوثيقة (1).

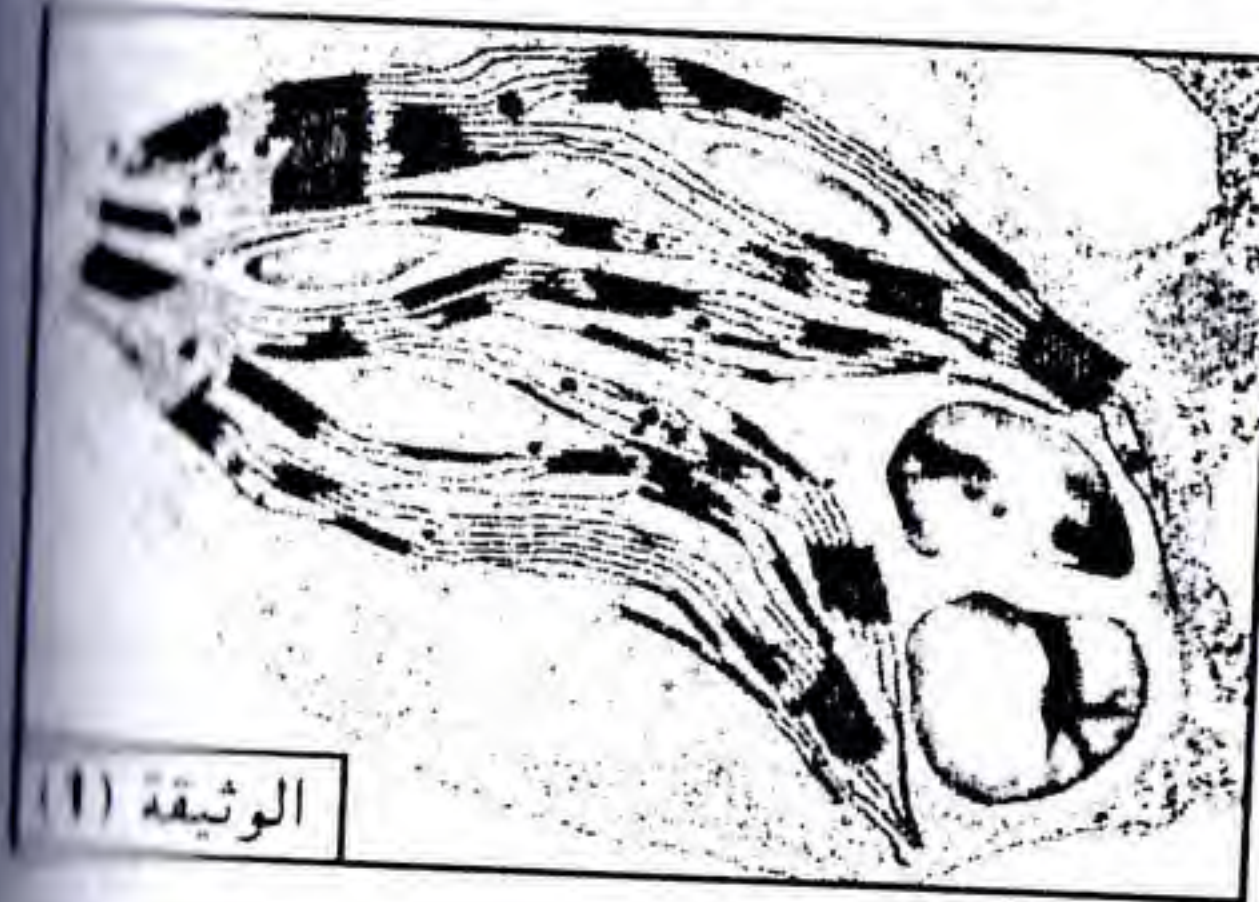


#### التجربة الثانية:

المرحلة أ: أجريت على معلق كيسيّات معزولة من صانعات خضراء خطوات التجربة

### تمرين 20:

تمثل الوثيقة الموالية صورة لما فوق بنية الصانعة الخضراء لنبات أخضر.



1. ضع رسما تخطيطيا للصانعة مع كتابة كافة البيانات.

2. لمعرفة دور الصانعة الخضراء نقترح المعطيات التالية:

- نقوم بمجموعة من التجارب على معلق الصانعات الخضراء بوجود الضوء، والجدول الموالي يوضح النتائج والمعطيات.

ماهي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من هذه التجارب؟

المعطيات التجريبية	النتائج	
	الغاز المطروح	تواجد الإشعاع في مستوى جزئيات السكر المكون
معلق الصانعات الخضراء + $CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{14}C$	$O_2$ المطروح غير مشع	+
معلق الصانعات الخضراء + $CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{18}O$	$O_2$ غير مشع	+
معلق الصانعات الخضراء + $CO_2 + ^{18}O$ موسوم بـ $H_2O$	$O_2$ مشع	-

3. تم توزيع صانعات خضراء في أوساط زرع مختلفة ثم خضعت لضروف تجريبية مختلفة مع البحث في كل مرة عن ظهور أو غياب كل من:  $O_2$ ، **ATP** والنشاء. الجدول الموالي يلخص الضروف التجريبية والنتائج المحصل عليها.

أوساط الزرع	العناصر المضافة لوسط الزرع							النتائج ظهور الـ
	الماء	ADP	الضوء	$CO_2$	الفوسفات ( $P_i$ )	$O_2$	ATP	
وسط الزرع (1)	+	+	+	+	+	نعم	نعم	نعم
وسط الزرع (2)	+	+	-	+	+	لا	لا	لا
وسط الزرع (3)	+	+	+	-	+	نعم	نعم	نعم
وسط الزرع (4)	+	-	+	+	+	نعم	لا	لا
وسط الزرع (5)	+	+	+	+	-	نعم	لا	لا

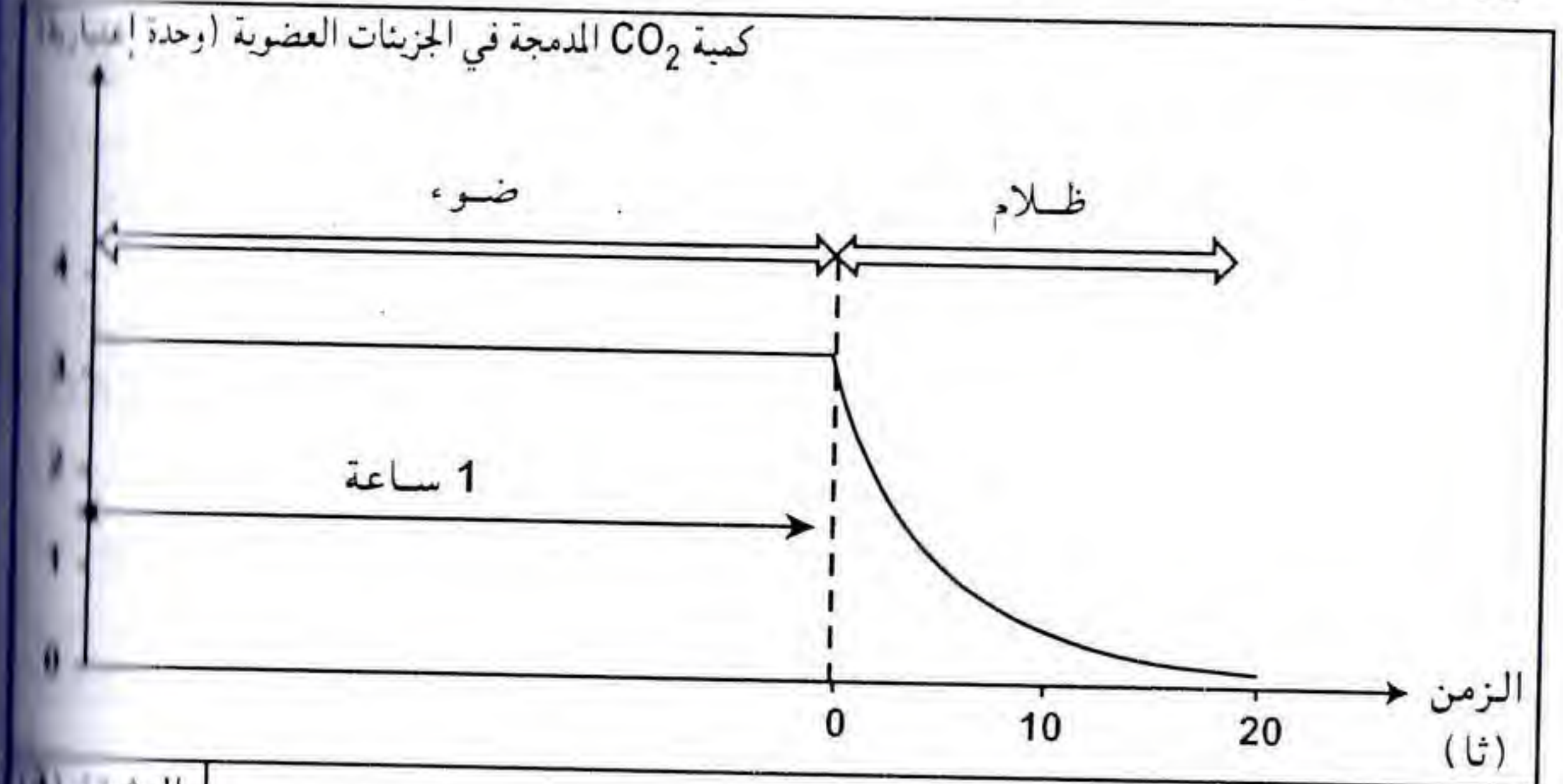


ونتائجها مسجلة في الوثيقة (2).

الخطوات	مكونات الوسط المحتوي على كيبسات معزولة	الشروط	تشكيل الـ ATP
1	محلول به $DPIP$ ولكن خال من $ADP + Pi$	الضوء	-
2	محلول به $DPIP$ و $ADP + Pi$	الضوء	+
3	محلول به $DPIP$ و $ADP + Pi$	الظلام	-
4	محلول به $ADP + Pi$ وخال من $DPIP$	الضوء	-

الوثيقة (2)

المرحلة ب: وضعت طحالب خضراء وحيدة الخلية في وسط غني بـ  $CO_2$  المشع بالكربون المشع ( $C^{14}$ ) عرضت لمدة 1 ساعة لحزمة ضوء قوية ثم نقلت إلى الظلام وقياس كمية  $^{14}CO_2$  في المادة العضوية للطحلب الأخضر والنتائج مدونة في الوثيقة (3).



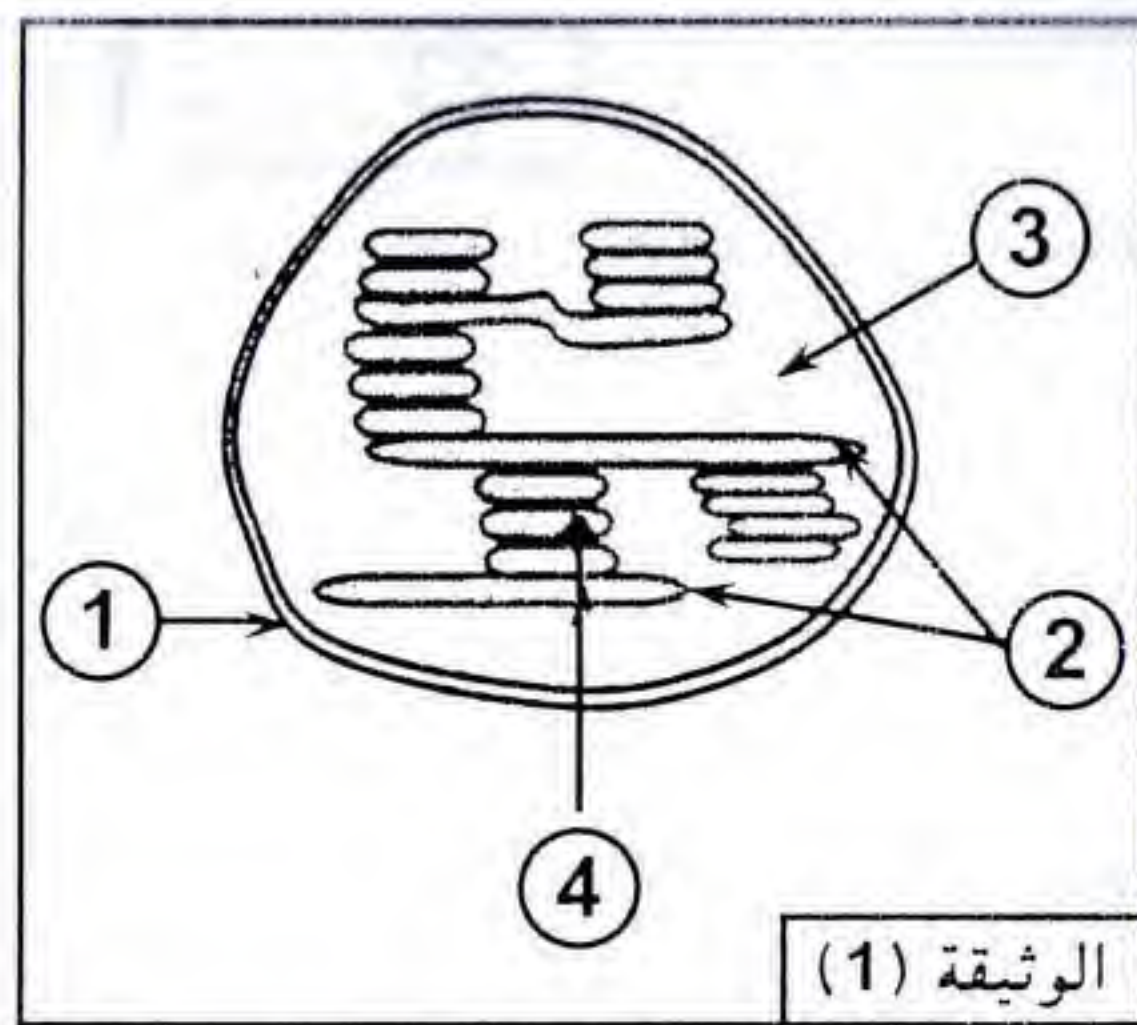
الوثيقة (3)

1 - حلل وفسر نتائج مراحل كل تجربة.

2 - استخلص بمخطط بسيط شروط تركيب ودور الجزئيات المركبة في المرحلة الكيميائية لعملية التركيب الضوئي.

## تمرين 22:

1 - تمثل الوثيقة (1) رسم تخطيطي لصناعة خضراء كما تبدو بالعين الاللكترونية.



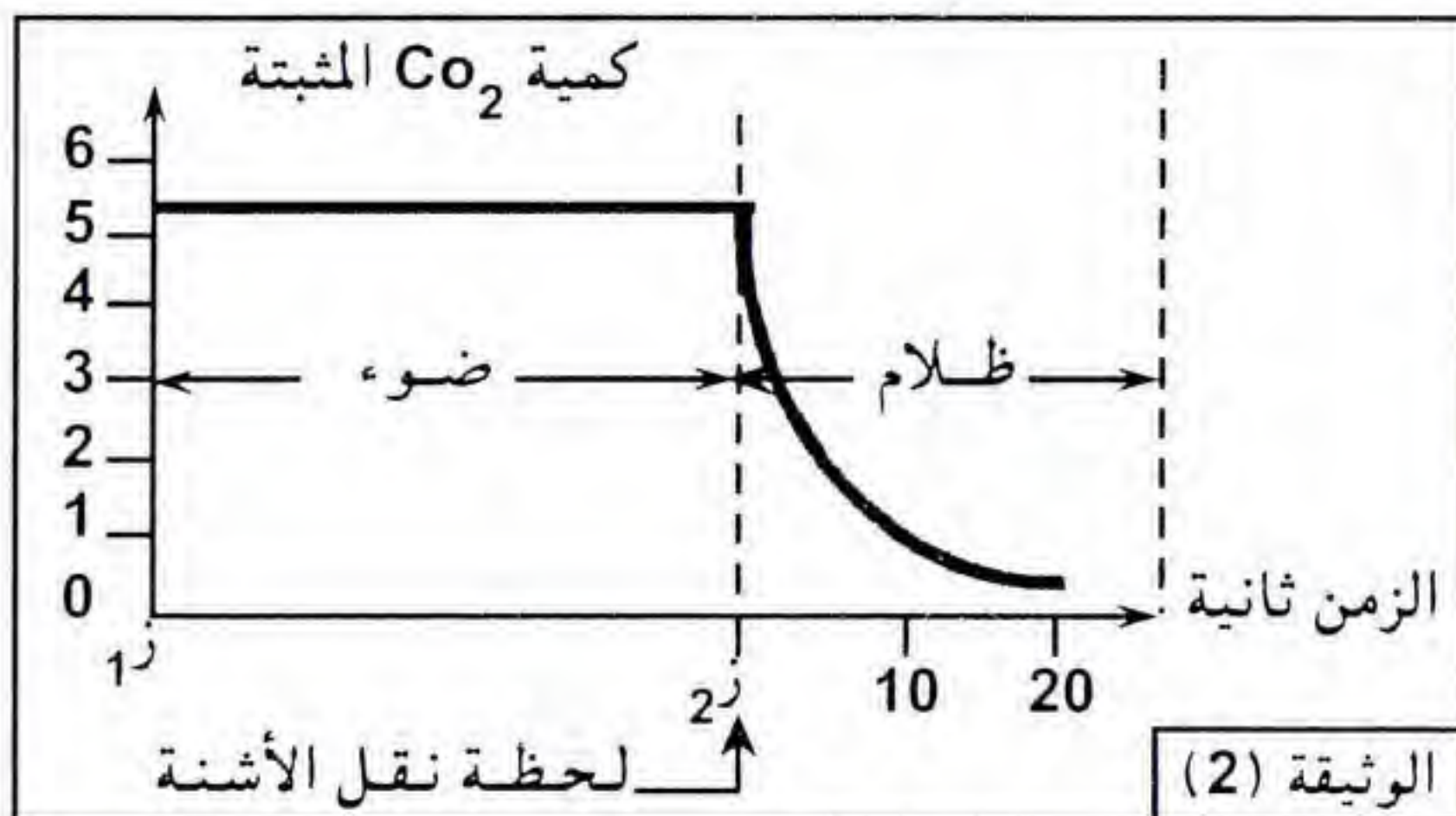
الوثيقة (1)

أ - سم البيانات المرقمة (من 1 إلى 4).  
ب - للصناعة دور هام في تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى.  
ج - حدد هذا التحويل.

د - ماهي الظاهرة البيولوجية التي يتم فيها هذا التحويل؟

هـ - للتعرف أكثر على وظيفة العضية المصنعة بالوثيقة (1)، عرضنا أشنة خضراء

(الكولريلا) للضوء لمدة 30 دقيقة ثم نقلناها إلى وسط مظلم، وقسنا خلال الـ 20 ثانية

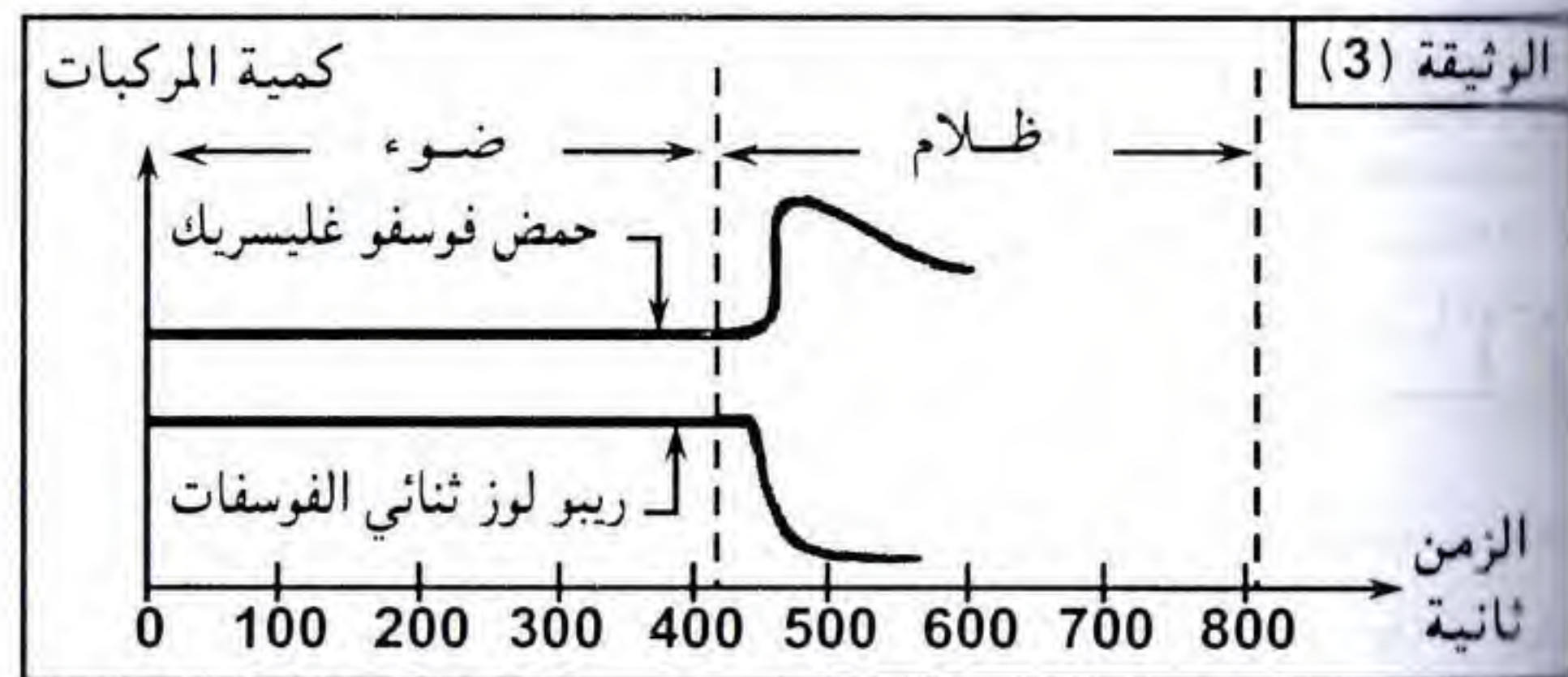


الوثيقة (2)

التي تمت عملية النقل فيها  $CO_2$  التي ثبتتها النباتات تحصلنا على النتائج المدونة في الوثيقة (2).

حلل وفسر منحنى الوثيقة (2) ماذا نستنتج؟

3 - الوثيقة - 3 - تمثل معايرة كمية كل من مادتي الريبولوز ثنائي الفوسفات ( $RUDP$ ) وحمض الفوسفوغليسريك ( $APG$ ) في وجود  $CO_2$  باستعمال الأشنة الخضراء (الكولريلا) علما أن معايرة المادتين تمت في الضوء وفي الظلام.



الوثيقة (3)

أ - فسر النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (3).

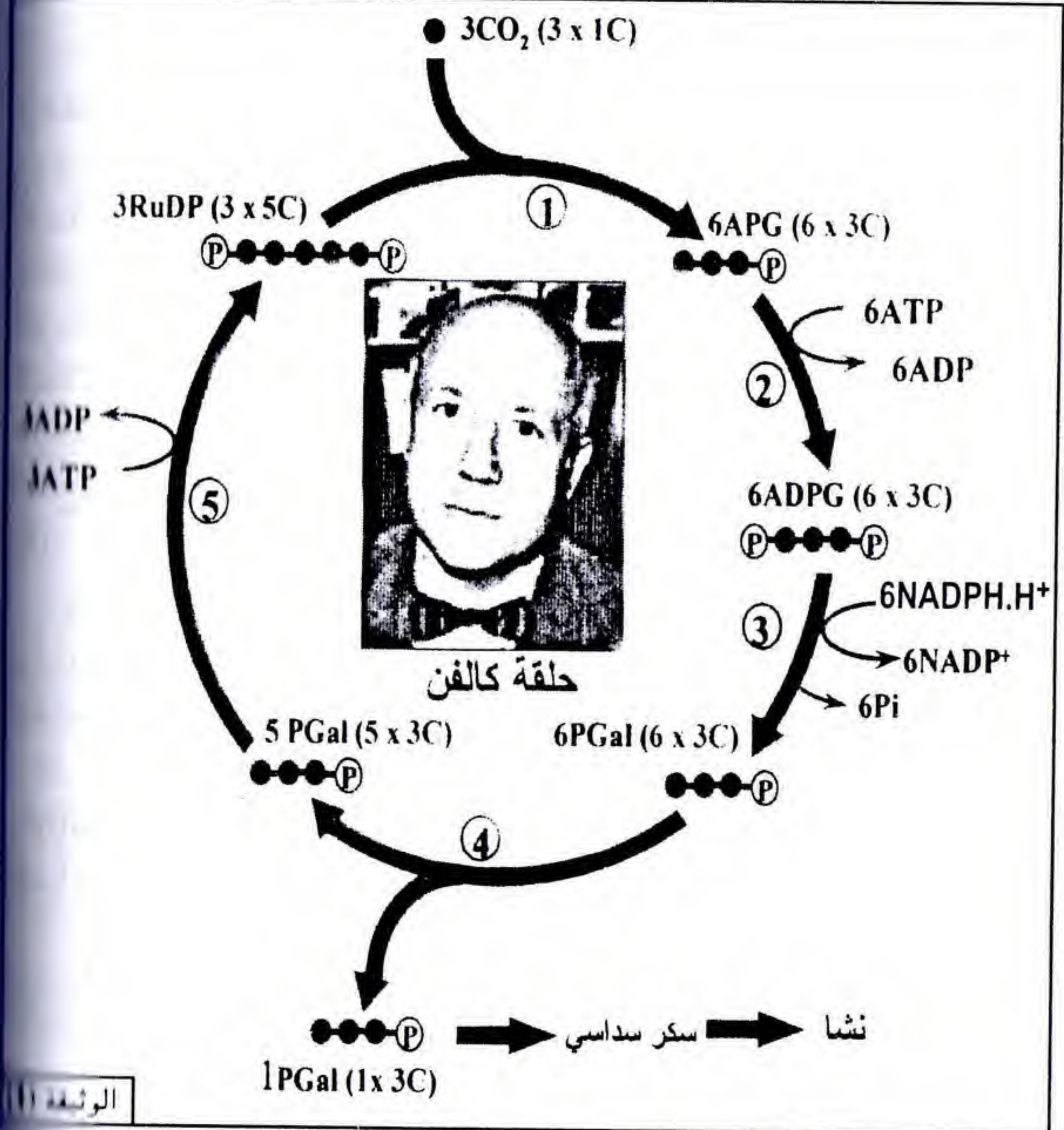
ب - ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين المركبين؟

ج - هل تتفق النتائج السابقة مع دورة (كالبن)؟ علل إجابتك.



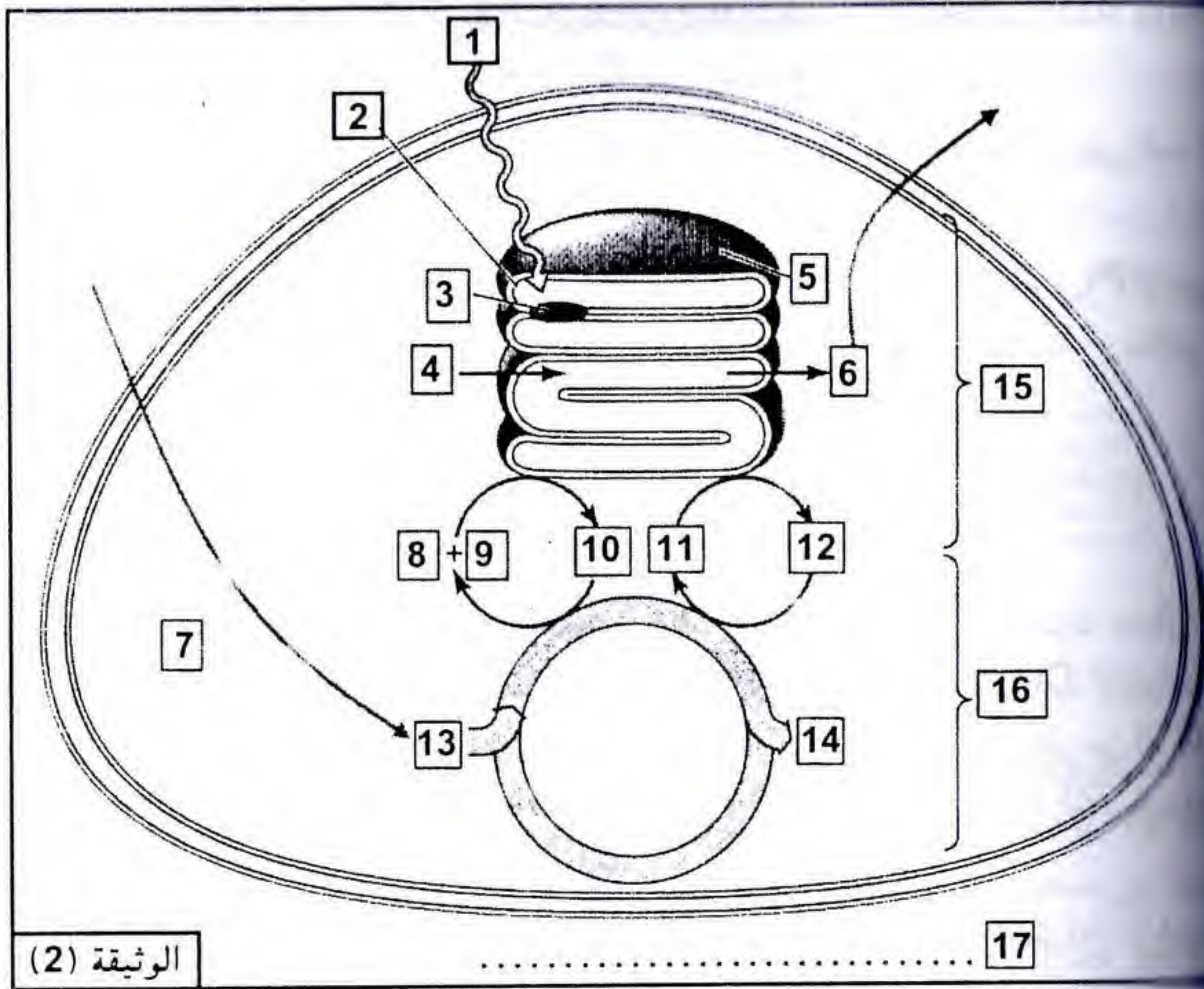
## تمرين 23:

توصلت أعمال العالم كالفن ومساعدوه إلى تحديد تفاعلات تثبيت  $\text{CO}_2$  والمركبات الوسيطة الناتجة في شكل حلقة كالفن نسبة إلى العالم الذي إكتشفها (الوثيقة 1).



الوثيقة (1)

- 1 - حدد نوع التفاعلات التي حدثت في (2، 3، و 5).
- 2 - أعد رسم الحلقة وذلك باستعمال 6 جزيئات من  $\text{CO}_2$ .
- 3 - حدد بعد ذلك عدد جزيئات ATP اللازمة لتركيب جزيئة سكر سداسي و 6 جزيئات من RuDP.
- ب - تمثل الوثيقة (2) رسم تخطيطي يوضح التكامل بين المرحلتين الكيمووضوئيتين والكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي.



الوثيقة (2)

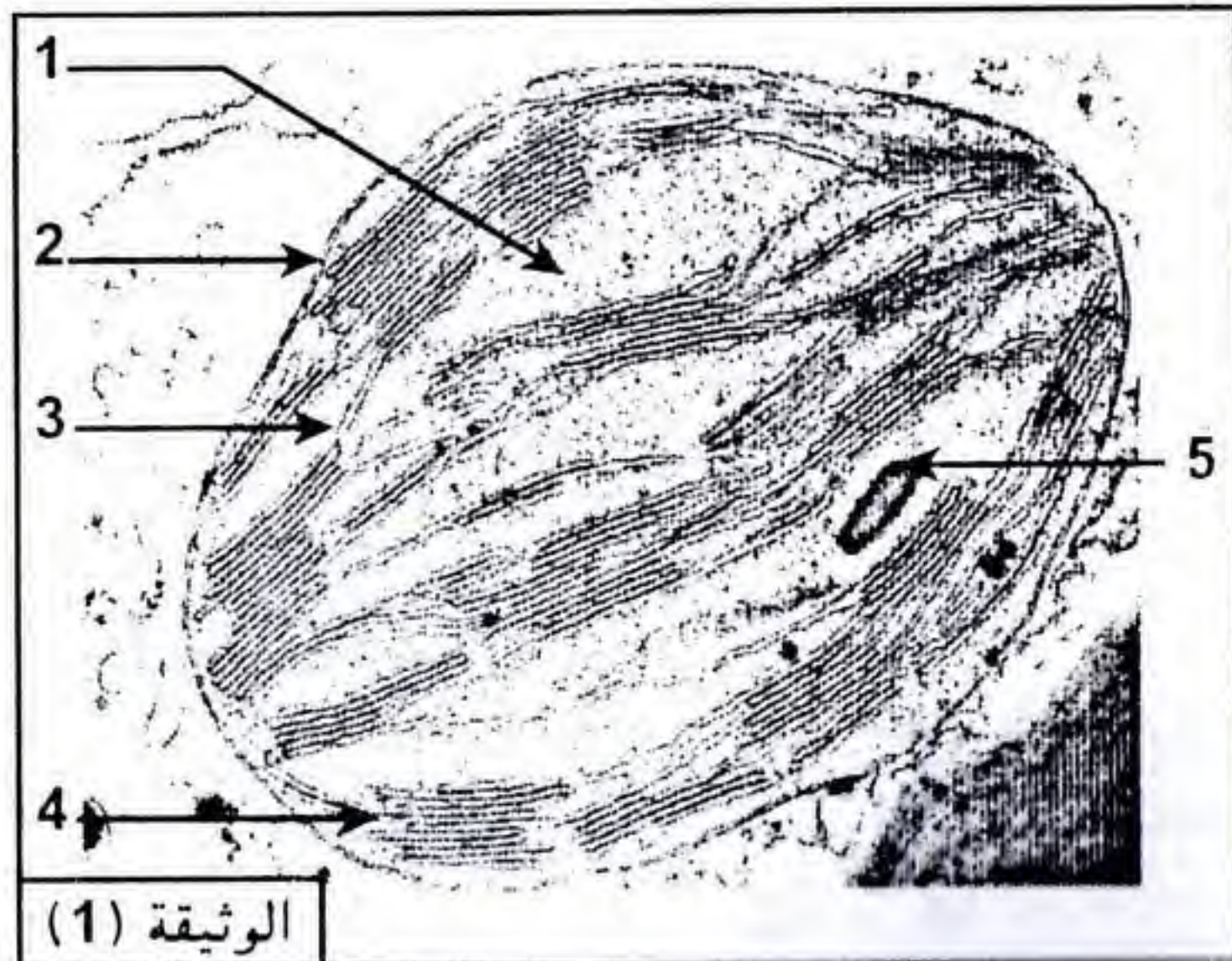
1 - ماذا تمثل الأرقام؟

- 2 - هل يتم تثبيت  $\text{CO}_2$  عند توفير ATP و  $\text{NADPH.H}^+$  في الظلام؟ علل الإجابة؟
- 3 - هل لنقص  $\text{CO}_2$  تأثير على (إطلاق  $\text{O}_2$ ) في المرحلة الكيمووضوئية؟ علل إجابتك؟

## تمرين 24:

هزلنا العضية (س) من نبات  
القمح (س) والوثيقة (1) تمثل  
العضية.

- 1 - ضع بيانات هذه الوثيقة  
مقطع عنوانا للوثيقة 1.
- 2 - لتحديد دور العضيات  
التي هي عملية التركيب  
الضوئي، حضرنا معلق هذه  
العضيات ثم وضعناه في وسط



الوثيقة (1)



لمعرفة بعض مظاهر إنتاج المادة العضوية على مستوى الصانعات الخضراء نقوم بالتجارب التالية:

1. التجربة (1): نقوم بزرع بذور الفجل في وسطين متشابهين من حيث الإضاءة والحرارة ومختلفين من حيث نسبة  $CO_2$  في الوسطين.

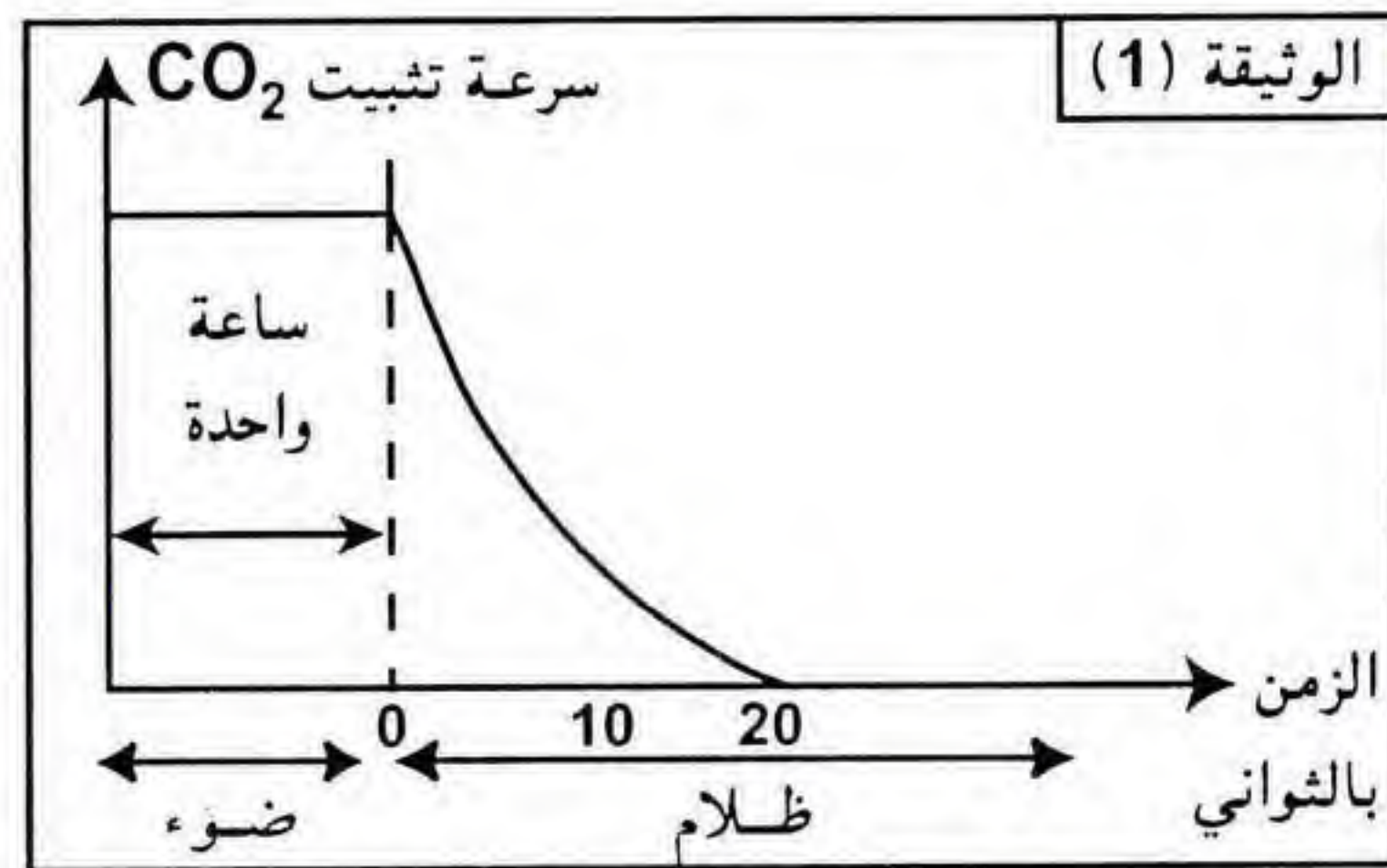
بعد 20 يوم نجفف المحصول ثم نزنه والجدول الموالي يوضح النتائج المحصل عليها.

الوسط	نسبة $CO_2$ في الهواء (%)	كتلة المادة الجافة المنتجة (غ)
الوسط 1	0,03	2,48
الوسط 2	0,0001	0,25

أ. قارن بين كتلة المادة الجافة المنتجة في الوسطين.

ب. ماذا تستنتج من ذلك؟

2. التجربة (2): نضع معلق أشنة الكلوريل في وسط به  $CO_2$  كربونه مشع لمدة ساعة ثم ننقله للظلام، نقوم بقياس سرعة تثبيت  $CO_2$  المشع والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة (1).

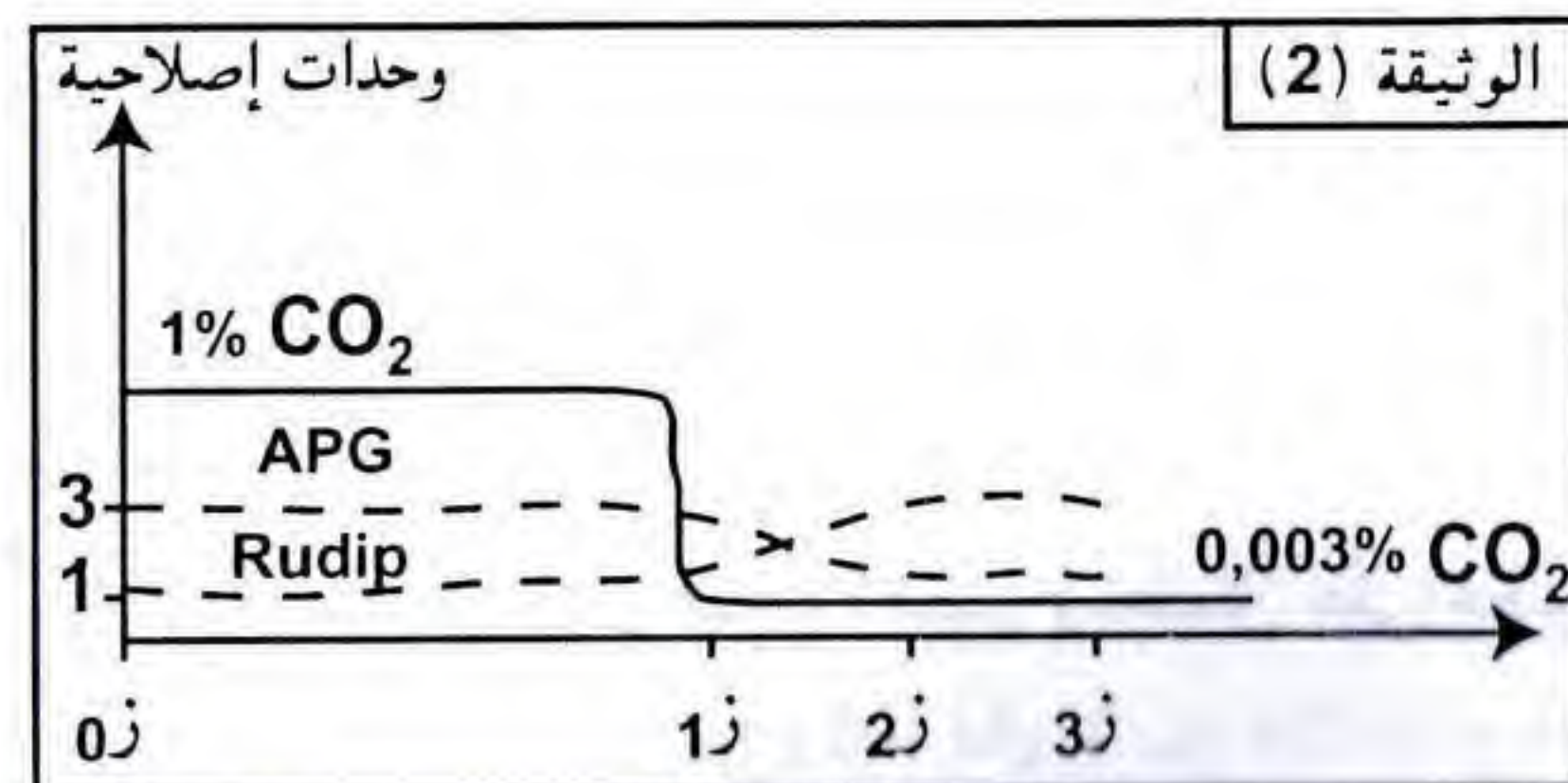


أ. حلل هذا المنحنى.

ب. ماهي تفاعلات التركيب الضوئي التي حدثت في الفترة 0 - 20 ثا؟

ج. ماذا يمكنك إستنتاجه من هذا المنحنى بخصوص شروط إدماج  $CO_2$  في الأشنة؟

3. التجربة (3): نضع معلق أشنة الكلوريل في الضوء ثم نقوم بتغيير نسبة  $CO_2$  في الوسط، تمكنا من معايرة تركيز كل من الـ APG والـ Rudip والحصول على منحنى الوثيقة (2).



أ. قارن بين تغير تركيز كل من الـ APG والـ Rudip عندما تكون نسبة  $CO_2$  في الوسط 1%.

ب. ماذا تستنتج من ذلك؟

خال من  $CO_2$  وأنجزنا التجربة التالية: نزود الوسط بـ  $NADP^+$ ،  $ADP$  و  $Pi$  لنعرضه للضوء الأبيض نلاحظ طرح الـ  $O_2$  دون تشكيل المادة العضوية.

أ. باستعمال معلوماتك، أكتب التفاعلات الكيميائية الإجمالية التي تمت داخل العضيات (س) في هذه التجربة.

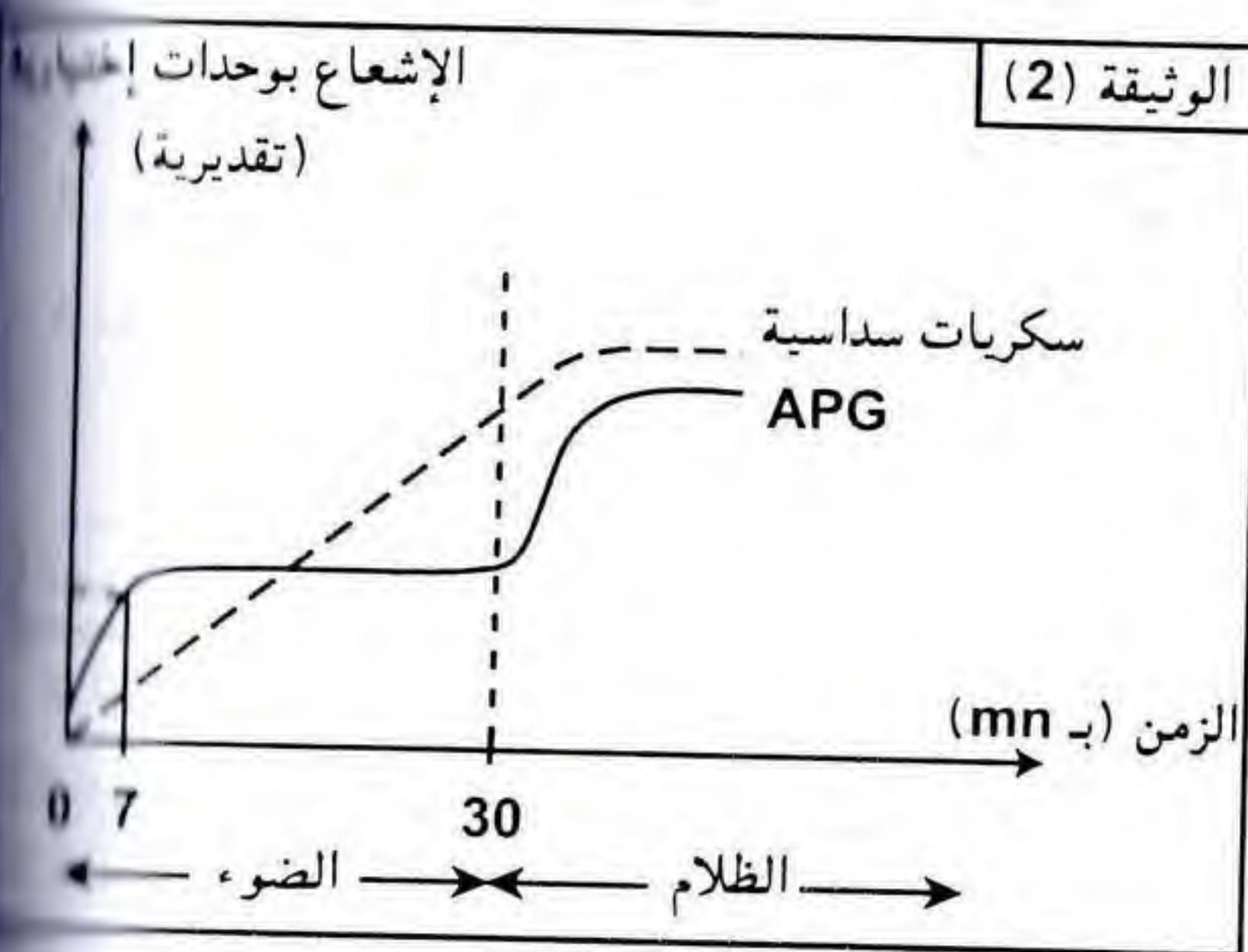
ب. عند تزويد الوسط بكميات محدودة من الـ  $NADP^+$ ،  $ADP$  و  $Pi$  وتعرضه للضوء الأبيض، نلاحظ أن انطلاق  $O_2$  يتوقف بعد فترة زمنية معينة، وينطلق بعد إضافة  $CO_2$  إلى الوسط.

α. فسر توقف انطلاق الـ  $O_2$  بعد فترة زمنية معينة في هذه التجربة؟

β. وضح كيف أن إضافة  $CO_2$  تؤدي إلى إعادة انطلاق الـ  $O_2$ ؟

ج. لمعرفة كيف تم تثبيت  $CO_2$  من طرف النبات الأخضر، حضرنا معلق أشنة الكلوريل (وحيد الخلية يحوي صانعة خضراء كبيرة واحدة) يزود بـ  $CO_2$  كربونه مشع بصورة مستمرة، وبتقنية خاصة تمكنا من تتبع تطور الإشعاع في كل من الـ APG والهكسوزات (السكريات السداسية) في الضوء والظلام، والوثيقة (2) توضح الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها.

α. باستعمالك لمعلوماتك، فسر التغيرات التي طرأت على النشاط الإشعاعي لكل من الـ APG والهكسوزات:



- قبل الزمن 7 د.

- بين 7 د و 30 د.

β. فسر ثبات كل من الـ APG والهكسوزات بعد الزمن 30 د؟

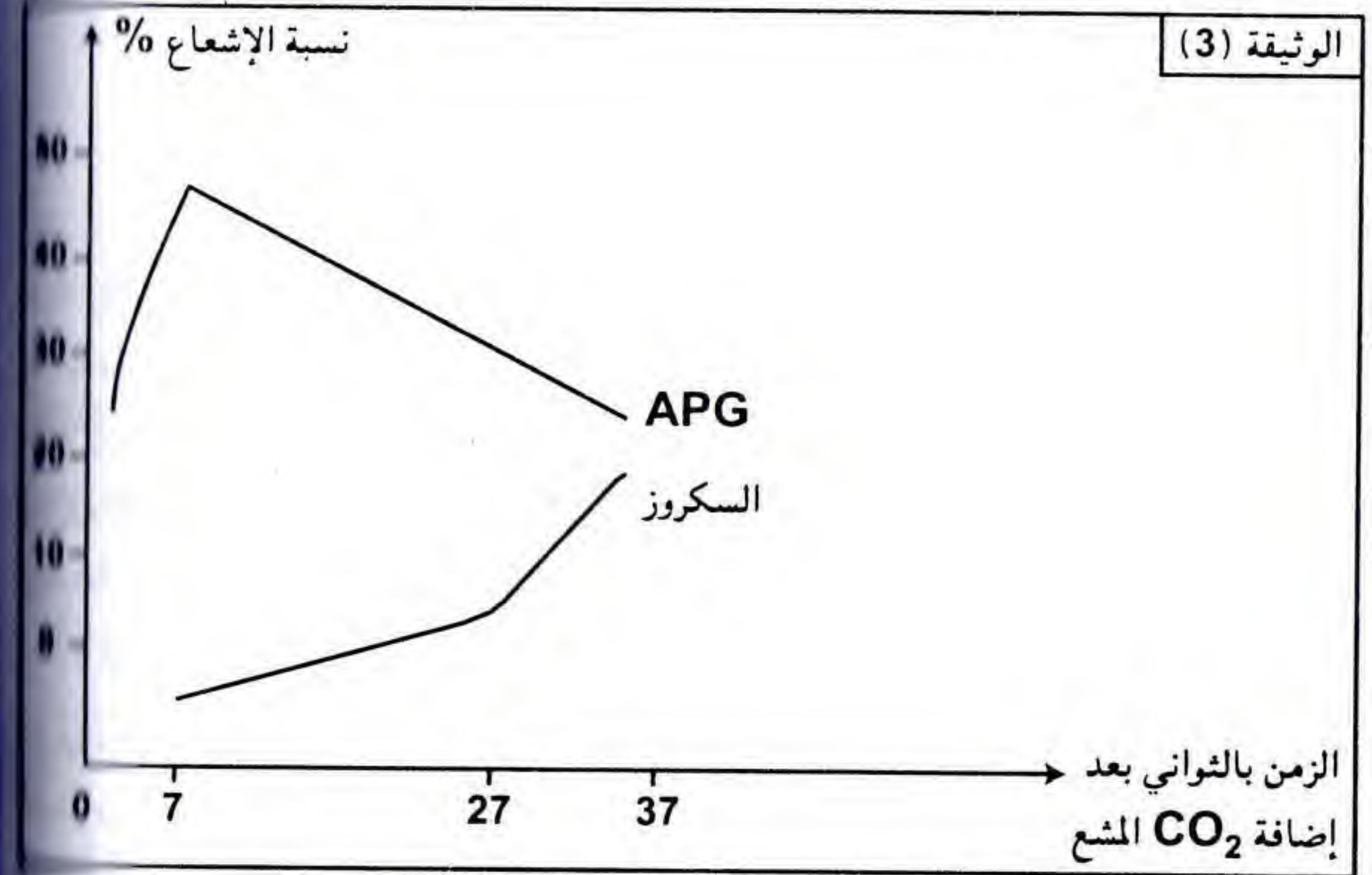
## تمرين 25:

للنباتات الخضراء القدرة على صنع المركبات العضوية على مستوى الصانعات الخضراء.



كيف تفسر هذا الاختلاف؟

- 4 - التجربة (4): نضع أشنة الكلوريل في وسط يضاء ويحوي  $CO_2$  ذو كربون مشع، تتبع الإشعاع في بعض المركبات العضوية يمكننا من إنجاز منحنيات الوثيقة (3) أ - قارن بين تغيير نسبة الإشعاع في كل من الـ APG والسكروز. ب - ماذا يمكنك إستنتاجه؟



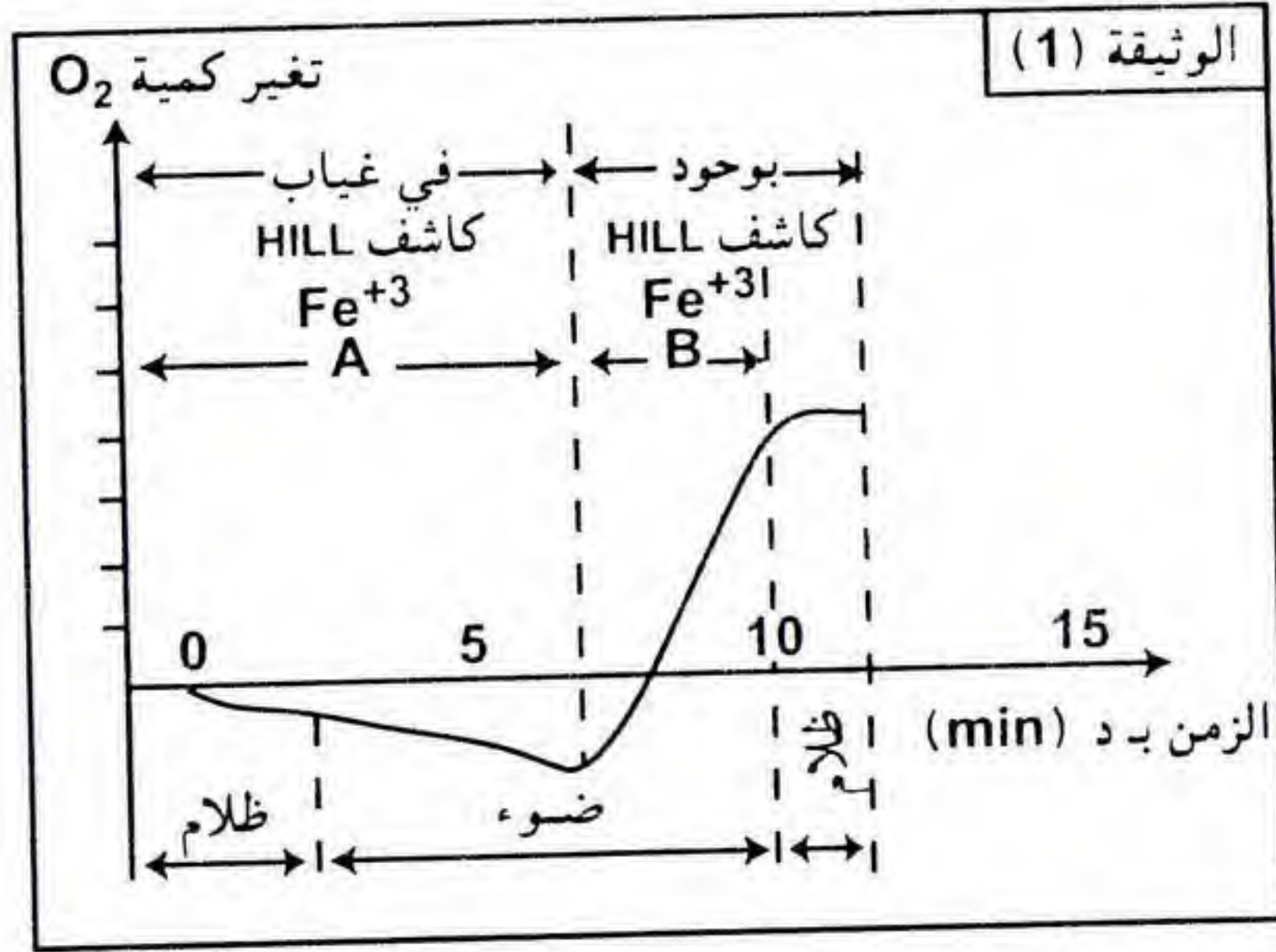
- 5 - إعتقاداً على معلوماتك وما سبق حدد عدد جزيئات كل من  $CO_2$  ، APG Rudip اللازمة لتكوين جزيئة واحدة من الغلوكوز، علل إجابتك؟

### تمرين 26:

بينت الدراسات المختلفة أن التركيب الضوئي يتم في مرحلتين وأن تركيب الكربوهيدرات العضوية يتم خلال المرحلة الكيموحيوية ويحتاج إلى طاقة، والمرحلة الكيموحيوية لا يمكن أن تتم إذا لم تسبقها المرحلة الكيموضوئية. أ - لإظهار العلاقة بين المرحلتين الكيموحيوية والكيموضوئية نقوم بالتجربة التالية:

- نقوم بسحق أوراق نبات أخضر ونحصل على معلق الصانعات الخضراء الممزوجة

بالحلقة حية وميتوكوندريات، نضع المعلق في وسط خاص به  $O_2$  بنسبة معينة، ثم نحصل على كمية الـ  $O_2$  في الوسط والوثيقة (1) تبين النتائج المحصل عليها.

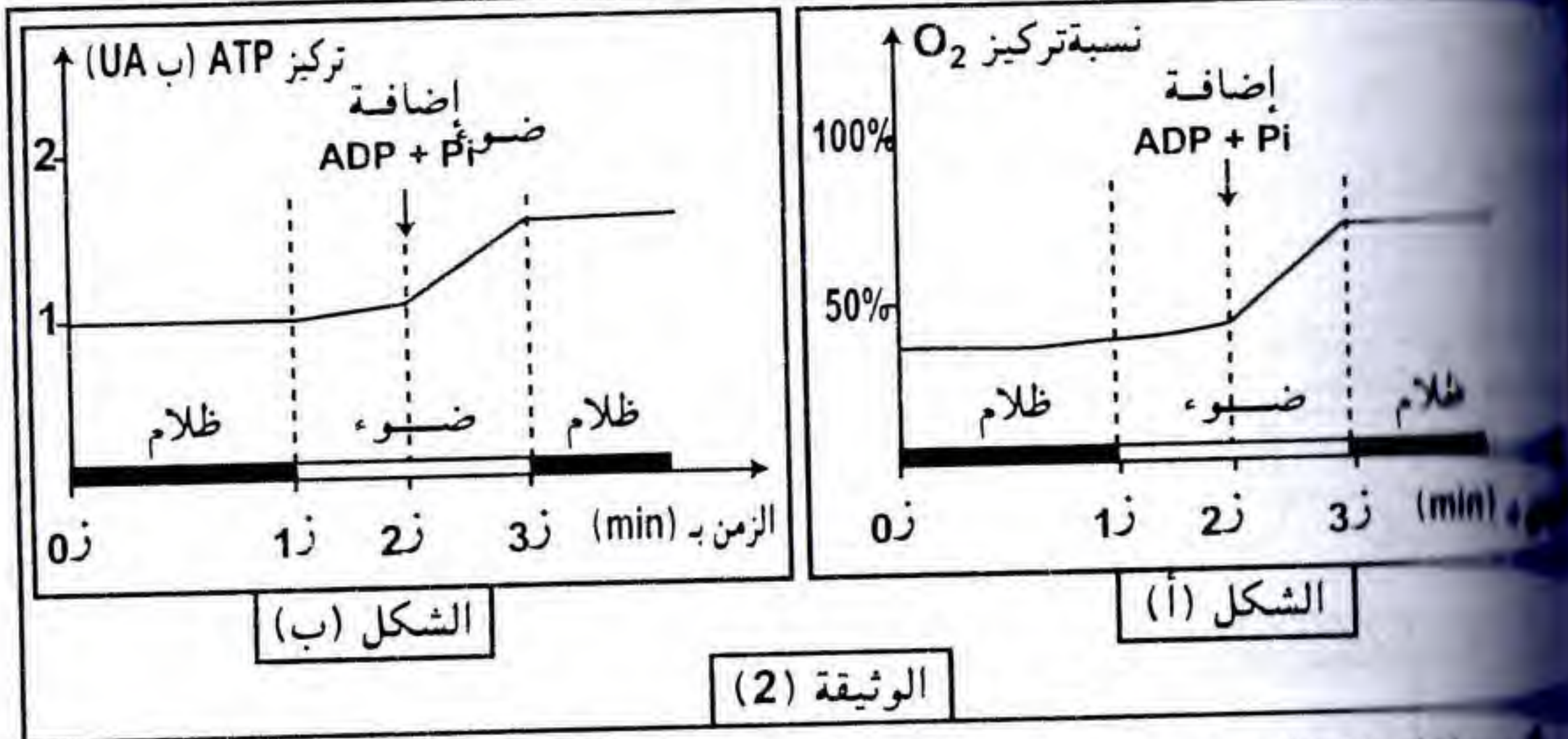


- 1 - إستخرج من الوثيقة شروط طرح  $O_2$ .  
2 - أكتب التفاعل الذي يحدث فيه طرح الـ  $O_2$ .  
3 - ماهو المستقبل النهائي الطبيعي للإلكترونات في الحلقة الحية؟  
4 - أكتب معادلة طرح الـ  $O_2$  الآن بوجود هذا المستقبل؟

4 - فسر النتائج المسجلة خلال الفترة A؟

أ - كيف تفسر قيم الـ  $O_2$  المسجلة خلال المرحلة B؟

ب - بعد وضع الصانعات الخضراء الكاملة والحية في محلول مشبع بالـ  $O_2$  وذو ثابت نقوم بقياس تركيز كل من الـ  $O_2$  والـ ATP قبل وبعد إضافة كل من الـ Pi و ADP وذلك في الضوء والظلام، النتائج المتحصل عليها مسجلة في شكلي (أ)، (ب) الوثيقة (2).



أ - ماذا تلاحظ بخصوص تطور تركيز كل من الـ  $O_2$  والـ ATP في الوسط؟

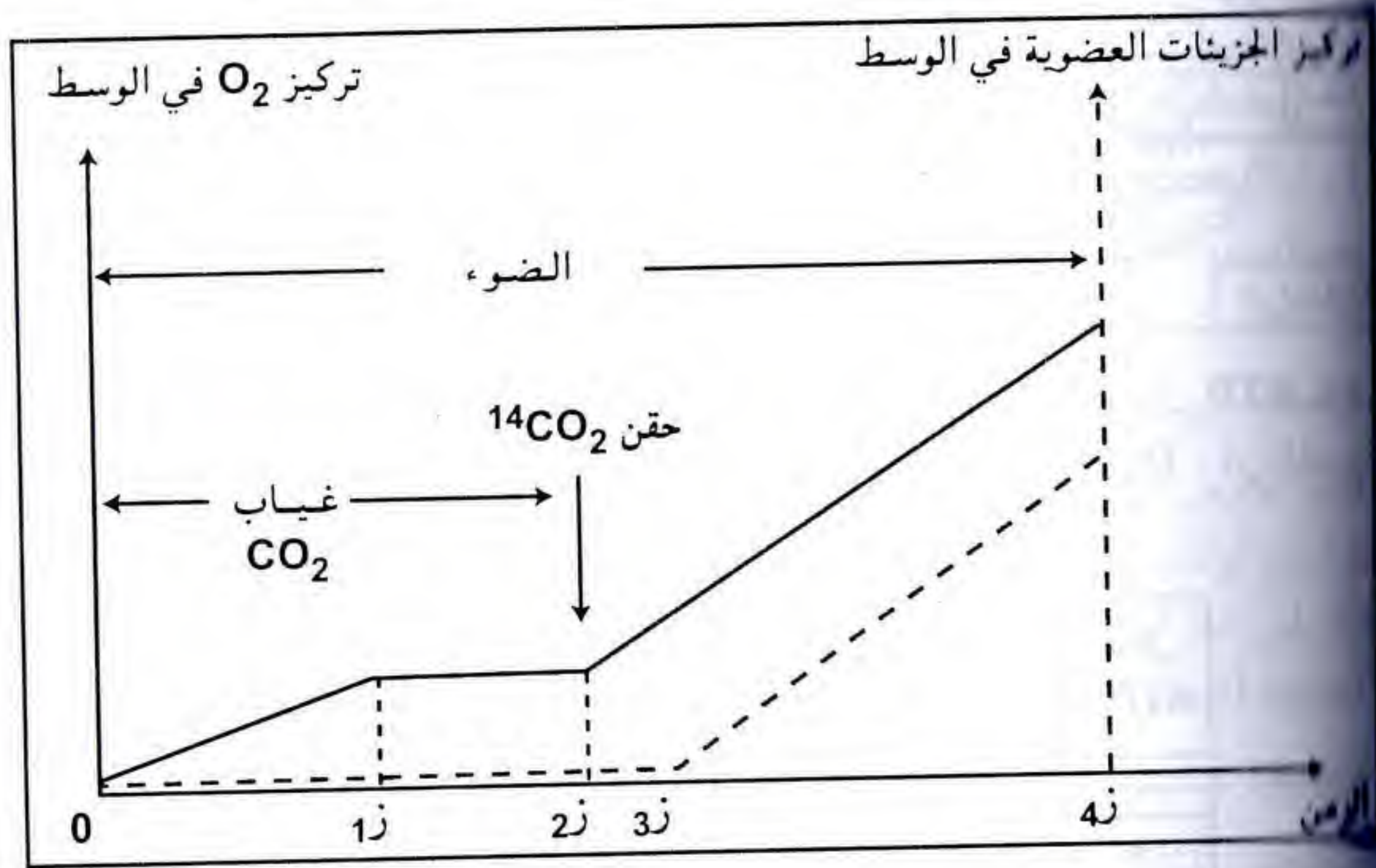
ب - ماهي شروط طرح  $O_2$  وإنتاج الـ ATP؟ ثم أكتب معادلة تشكيل الـ ATP.

ج - بالإستعانة بمعلوماتك وضح العلاقة بين الـ  $O_2$  المطروح والـ ATP المتشكل؟



والمعنا بقياس تركيز الـ  $O_2$  والجزيئات العضوية في الوسط فكانت النتائج كما هي  
المنحني في الوثيقة الموالية قبل وبعد إضافة  $CO_2$  المشع للوسط.  
أ. حلل وفسر هذه النتائج؟

ب. فسر تأخر إصطناع المادة العضوية عن انطلاق الـ  $O_2$  (ز<sub>2</sub> - ز<sub>3</sub>)؟



8. نعاود التجربة السابقة ولكن عند توقف انطلاق الـ  $O_2$  نعزل المعلق عن الضوء  
في 3 ثواني ثم نعرضها من جديد للضوء مع إضافة  $CO_2$  المشع للوسط بكميات  
التي لا تستمر الظاهرة لمدة ساعة ثم تقاس عدد جزيئات كل من السكر السداسي  
الفسفر (C6 - P) والـ ATP المركبة وعدد جزيئات الأوكسجين المنطلقة فكانت  
النتائج كما في الجدول الموالي.

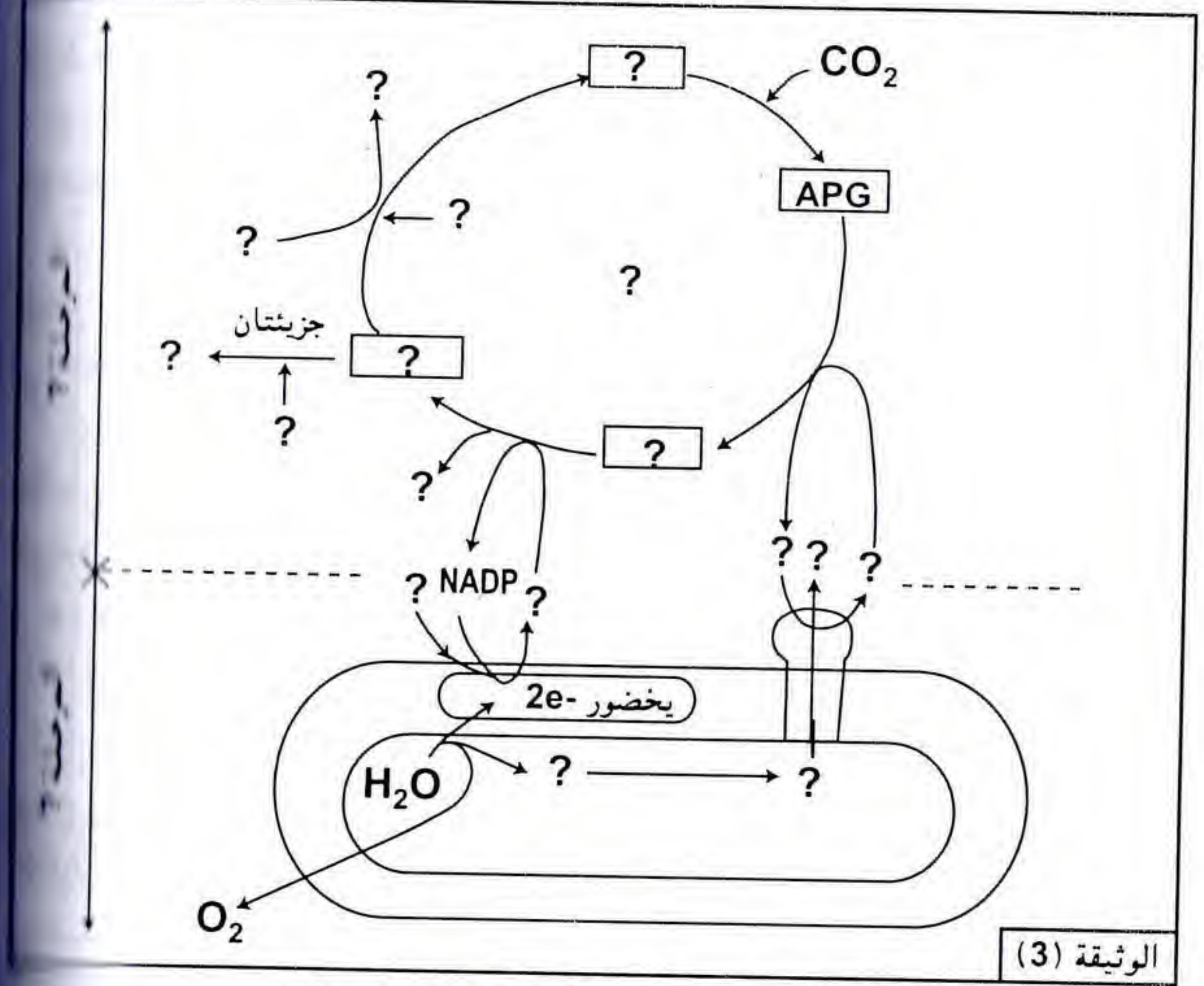
الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C6 - P	0	0	0	0	0	20	130	160	210	920
ATP	0	0	0	0	144					
$O_2$	0	0	0	0	48	27				

أ. كيف تفسر تأخر تركيب الـ ATP عن انطلاق الـ  $O_2$  في الجدول؟

ب. أكمل الجدول مع التعليل.

ج. ماهي عدد جزيئات  $CO_2$  المثبتة في الزمن 10؟ علل إجابتك.

ج. - تلخص الوثيقة (3) الموالية العلاقة بين المرحلة الكيموضوئية والكيموحوية في  
التركيب الضوئي:



1. أعد رسم الوثيقة 3 وتعويض كل علامة "؟" بما يناسبها.

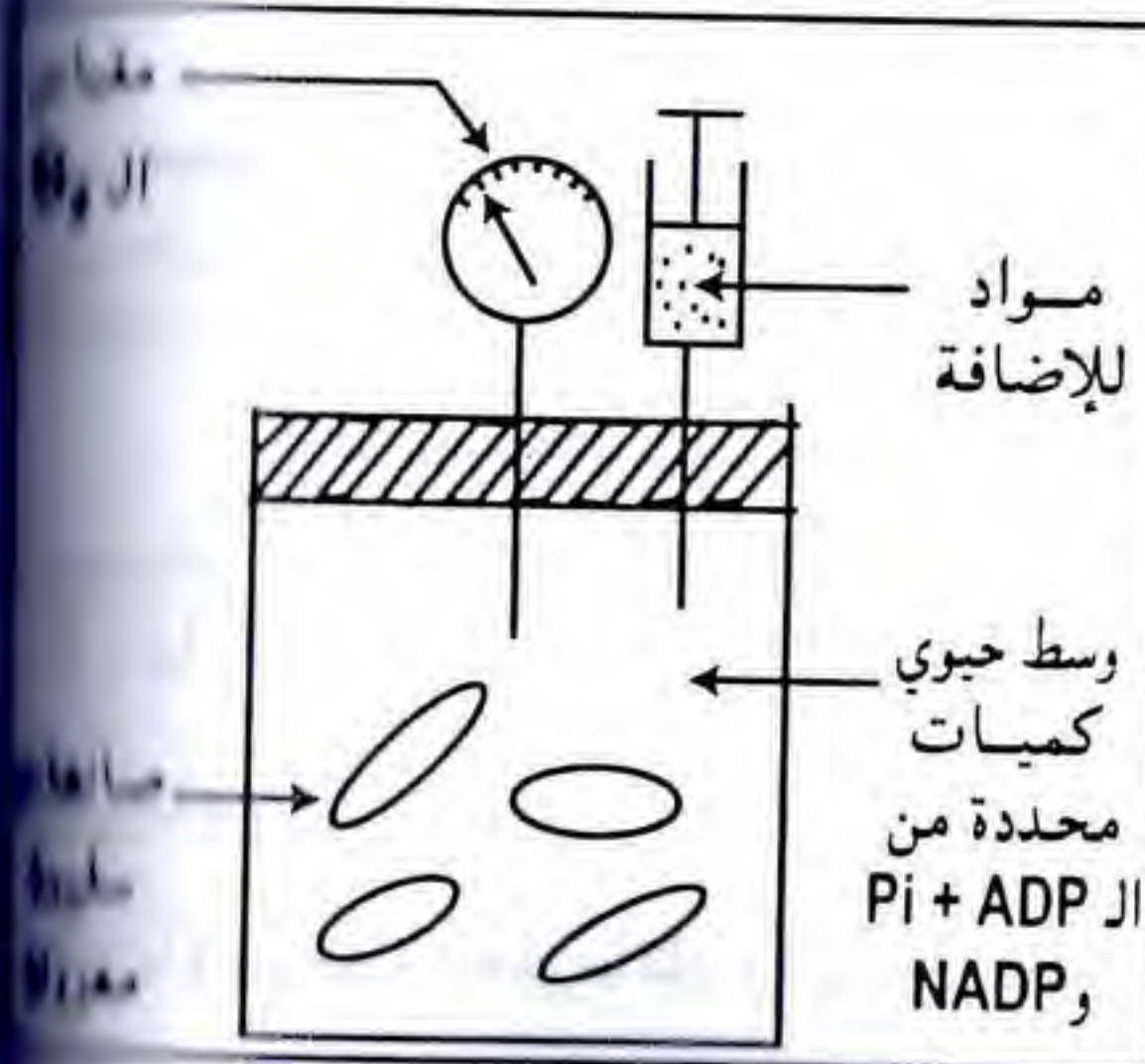
2. وضع إذن لماذا المرحلتين متكاملتين؟

### تمرين 27:

لدراسة بعض جوانب صنع المادة  
العضوية نقوم بما يلي:

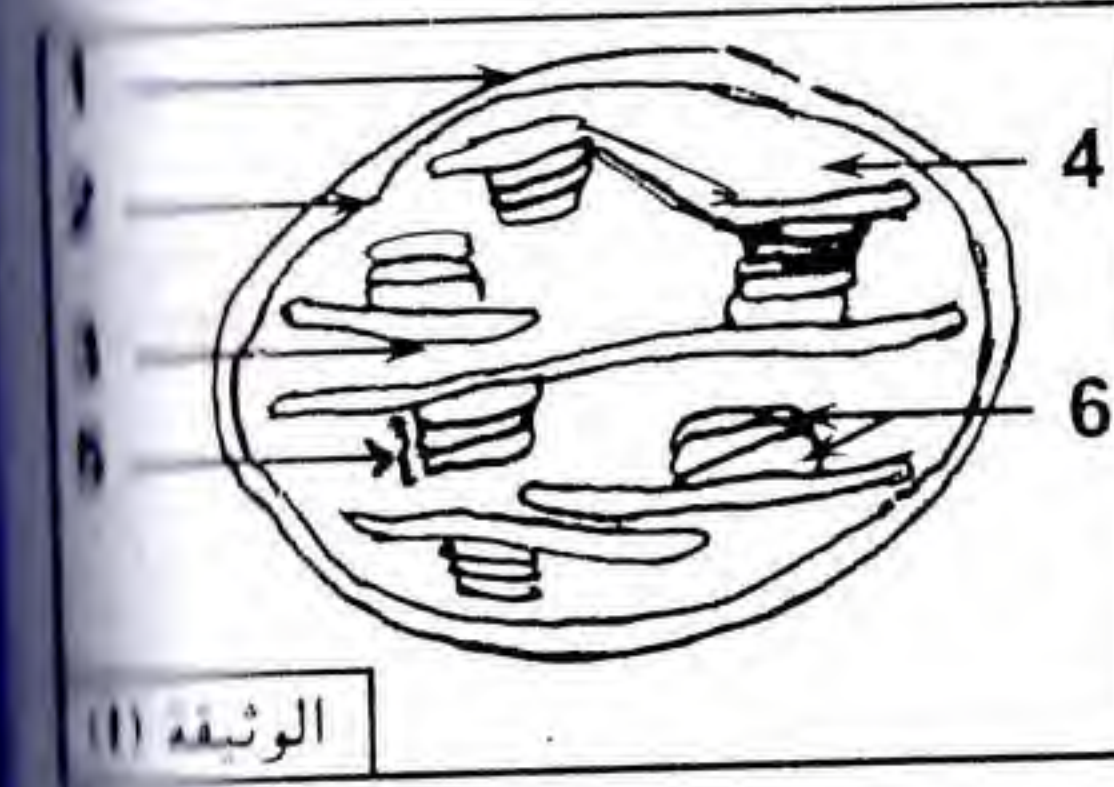
1. عرضنا معلق الصانعات الخضراء  
السليمة المعزولة للضوء.

في بداية التجربة في وسط خال من  
 $CO_2$  المنحل ويحتوي على كميات محدودة  
من كل من الـ ADP و Pi و NADP.





قصد معرفة كيفية صنع المركبات العضوية من قبل خلايا ذاتية التغذية بالدراسة التالية :



1 - تمثل الوثيقة - I - ما فوق البنية الخلوية لعضية قبل عنها لو افتقدت ستندم نسبة كبيرة من الحياة على سطح الأرض .  
1 - ماهي هذه العضية ؟

اكتب البيانات حسب الترقيم .

2 - نضع العناصر (6) التي تمثل مكونات

العنصر (5) في شروط تجريبية مختلفة للتوصل إلى شروط تركيب الـ ATP على مستوى العناصر (6) مع تزويد الوسط في كل مرة بالـ  $ADP$  ،  $Pi$  . ان النتائج التجريبية موضحة في جدول الوثيقة II .

مراحل التجربة	PH داخل العناصر (6)	PH الوسط (4)	وجود الكريات المذابة	سلامة غشاء العناصر (6)	وجود الضوء	تشكل الـ ATP
1	7	7	+	+	-	-
2	4	8,5	+	+	-	+
3	4	8,5	-	+	-	-
4	4	8,5	+	+	+	+
5	4	8,5	+	تشكل ثقب	+	-
الوثيقة (III)						

- حلل وقارن بين مراحل هذه التجربة . ماذا تستنتج فيما يخص شروط تشكل الـ ATP

3 - نعرض معلق من عضيات الوثيقة - I - للضوء مع إضافة مادة الـ DCMU (ثنائي كلور مثيل البولينا) وهو يمنع انتقال الإلكترونات من  $PS II$  إلى  $PS I$  .  
وجود أو غياب مواد أخرى . النتائج المحصل عليها مبينة في جدول الوثيقة III :

المراحل	الشروط التجريبية	النتيجة
1	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU	- عدم انطلاق الـ $O_2$ - عدم تثبيت غاز $CO_2$
2	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU + مستقبل للإلكترونات	- انطلاق الـ $O_2$ - عدم تثبيت غاز $CO_2$
3	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU + معطي للإلكترونات	- عدم انطلاق الـ $O_2$ - تثبيت غاز $CO_2$
الوثيقة (III)		

أ - فسر نتائج كل مرحلة .

ب - هل المرحلتان 2 ، 3 تعطيان نفس النتائج مع غياب الضوء ؟ علل اجابتك .  
4 - هل يتشكل الـ ATP في 2 و 4 (الوثيقة II) عند إضافة مادة الـ DCMU ؟

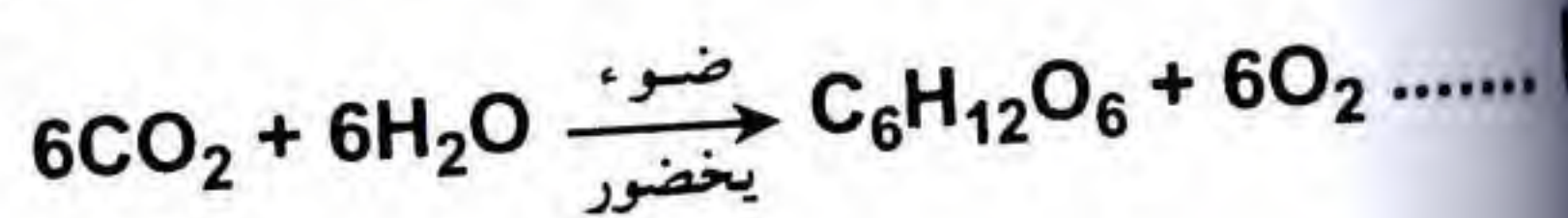
### تمرين 29:

أ - إن استخدام العناصر المشعة يسمح أحيانا التعمق أكثر في حقيقة التفاعلات الكيميائية، عندما شرع في دراسة التركيب الضوئي لدى النباتات الخضراء طرح السؤال التالي: - ماهو مصدر الـ  $O_2$  المطروح في عملية التركيب الضوئي؟  
للإجابة على هذا السؤال قمنا بالتجربة التالية:

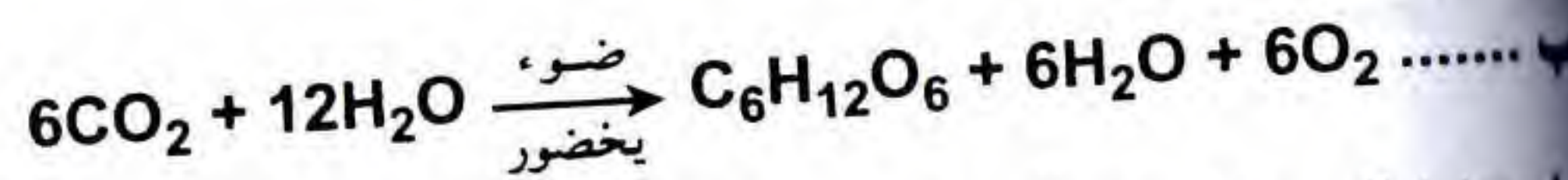
لنأخذ بغيرس نبتة خضراء في وسط يحوي  $CO_2^*$  ذو أوكسجين مشع وعرضت للضوء، مع توفير جميع شروط التركيب الضوئي فلاحظ أن الأوكسجين المنطلق غير مشع، في حين لو زدنا النبتة بماء  $H_2O^*$  أوكسجينة مشع و  $CO_2$  عادي فنلاحظ أن الأوكسجين المنطلق مشعاً.

1 - ماذا تستنتج من نتائج هذه التجربة؟

2 - بعض المؤلفين يكتبون المعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي كمايلي:



وبفضل البعض الآخر كتابتها كمايلي:

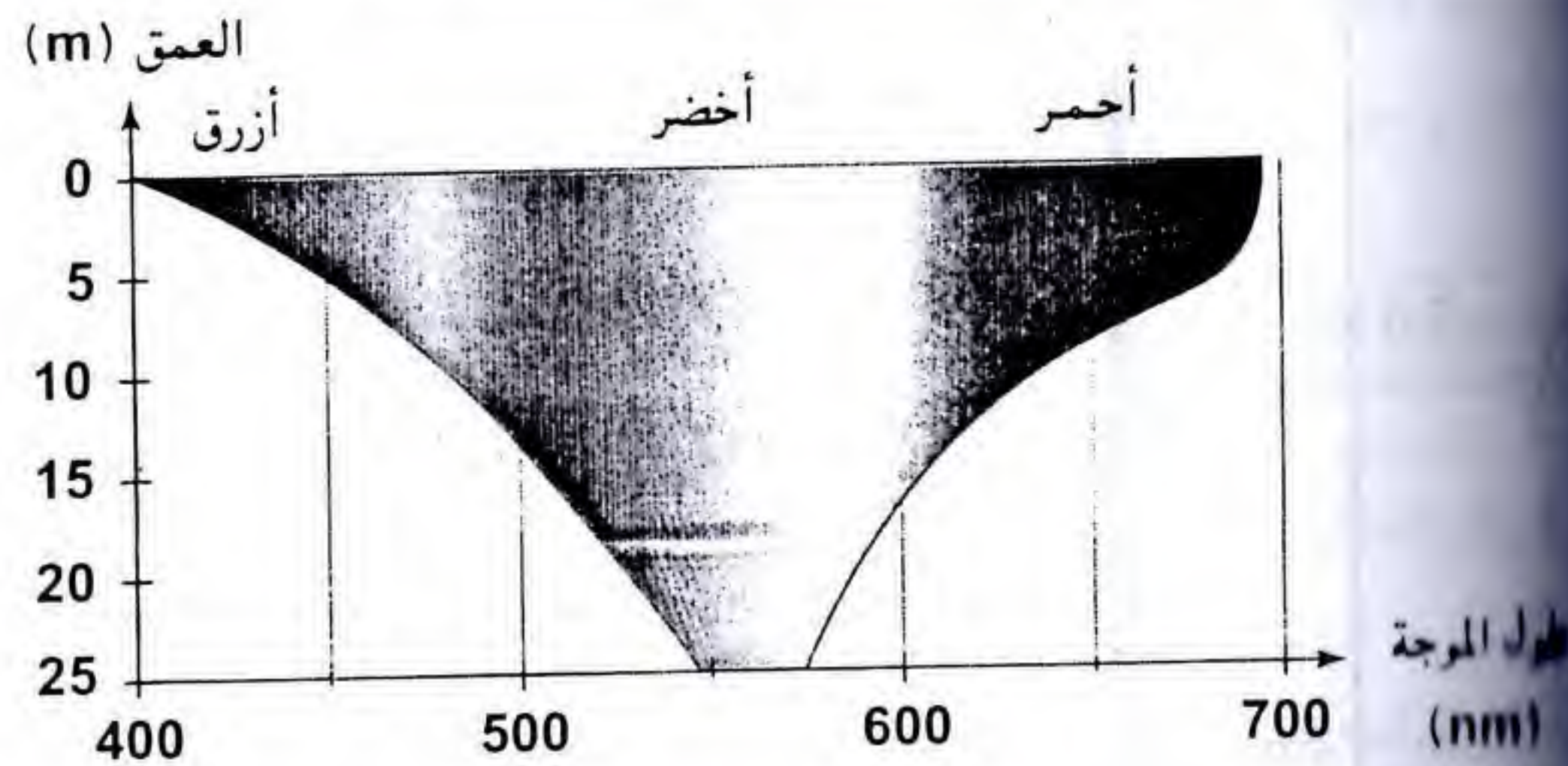


استنادا إلى ماتوصلت إليه من السؤال (1) أي المعادلتين (أ) أو (ب) تستطيع أن تعبر عن حقيقة ما يحدث؟ علل إجابتك؟

II - إنتاج النبات للمادة العضوية يختلف حسب الوضع الجغرافي حيث تقدر عند بعض المناطق المعتدلة كالشمندر والبطاطم بـ 22 طن في الهكتار سنويا، في حين تصل الإنتاجية إلى 38,6 طن في الهكتار عند بعض النباتات المدارية كالذرة وقصد البحث عن هذا الاختلاف في الإنتاجية قمنا بمقارنة شدة التركيب الضوئي لدى الشمندر والذرة في الوسط والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة الموالية:



الطحالب السمرء والحمراء في أعماق أكثر، مقارنة مع الطحالب الخضراء.

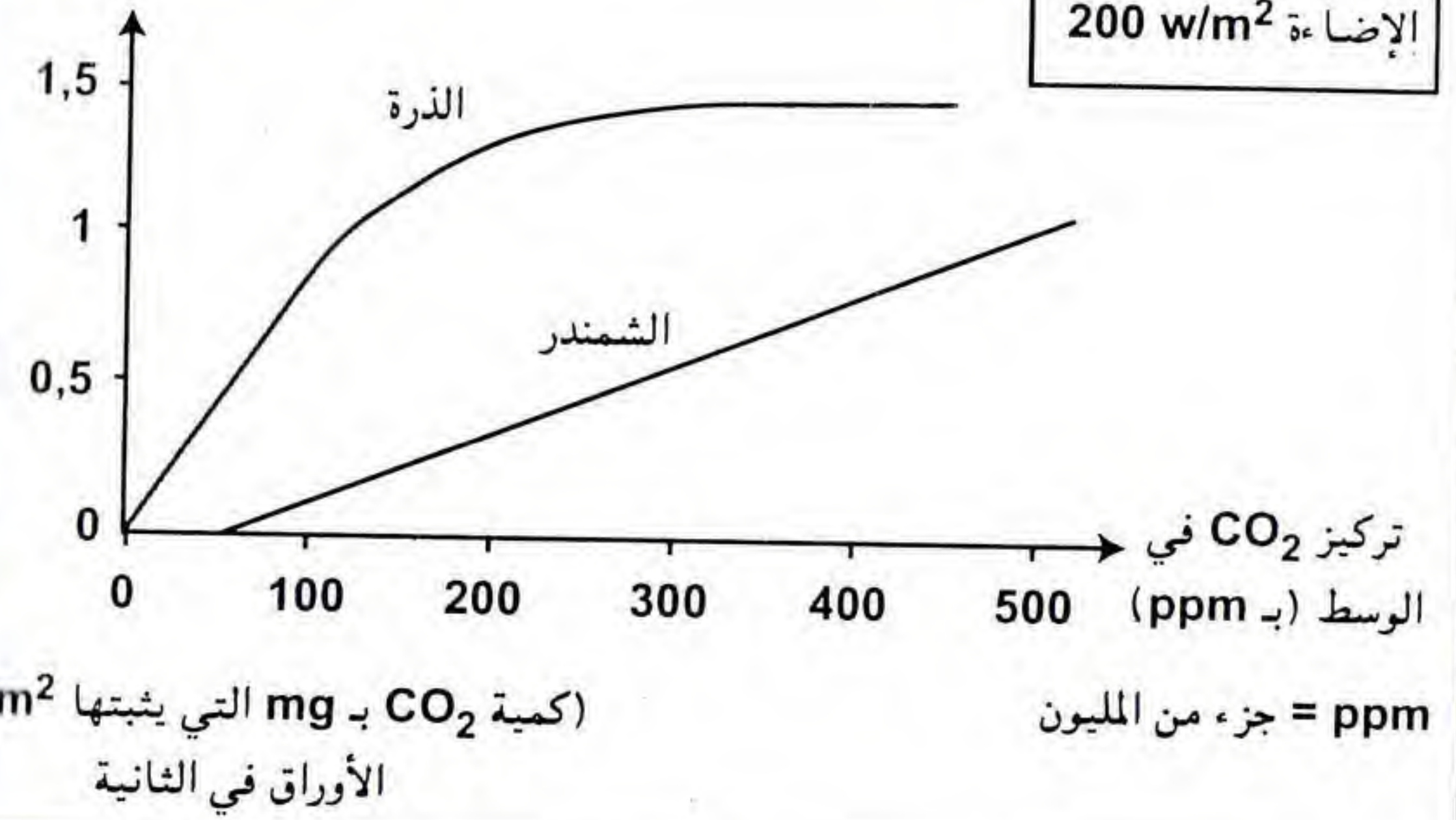


الوثيقة (1)

نفاذ مختلف الإشعاعات الضوئية في عمق الماء

شدة التركيب الضوئي

[O<sub>2</sub>] : 21%  
الإضاءة 200 w/m<sup>2</sup>



تركيز CO<sub>2</sub> في الوسط (بـ ppm)  
(كمية CO<sub>2</sub> بـ mg التي يثبتها 1 m<sup>2</sup> من الأوراق في الثانية)

ppm = جزء من المليون

1 - حل هذه النتائج.

2 - ما تأثير هذا التغير على إنتاجية كل من الشمندر والذرة؟ فسر ذلك.

3 - إذا علمت أن نسبة CO<sub>2</sub> في الهواء محدودة تقدر بـ 330 جزء من المليون، فما تأثير هذه النسبة على إنتاجية النباتين؟

4 - إعتامدا على ماسبق، كيف يمكن تحسين مردودية الشمندر؟

### تمرين 30:

- تختفي الطحالب مع زيادة عمق المياه، فمثلا بالنسبة للمياه البحرية الساحلية، لانجد الطحالب في عمق أكثر من 30 مترا، غير أن الطحالب الحمراء والسمرء تعيش في أعماق أكثر مقارنة مع الطحالب الخضراء.

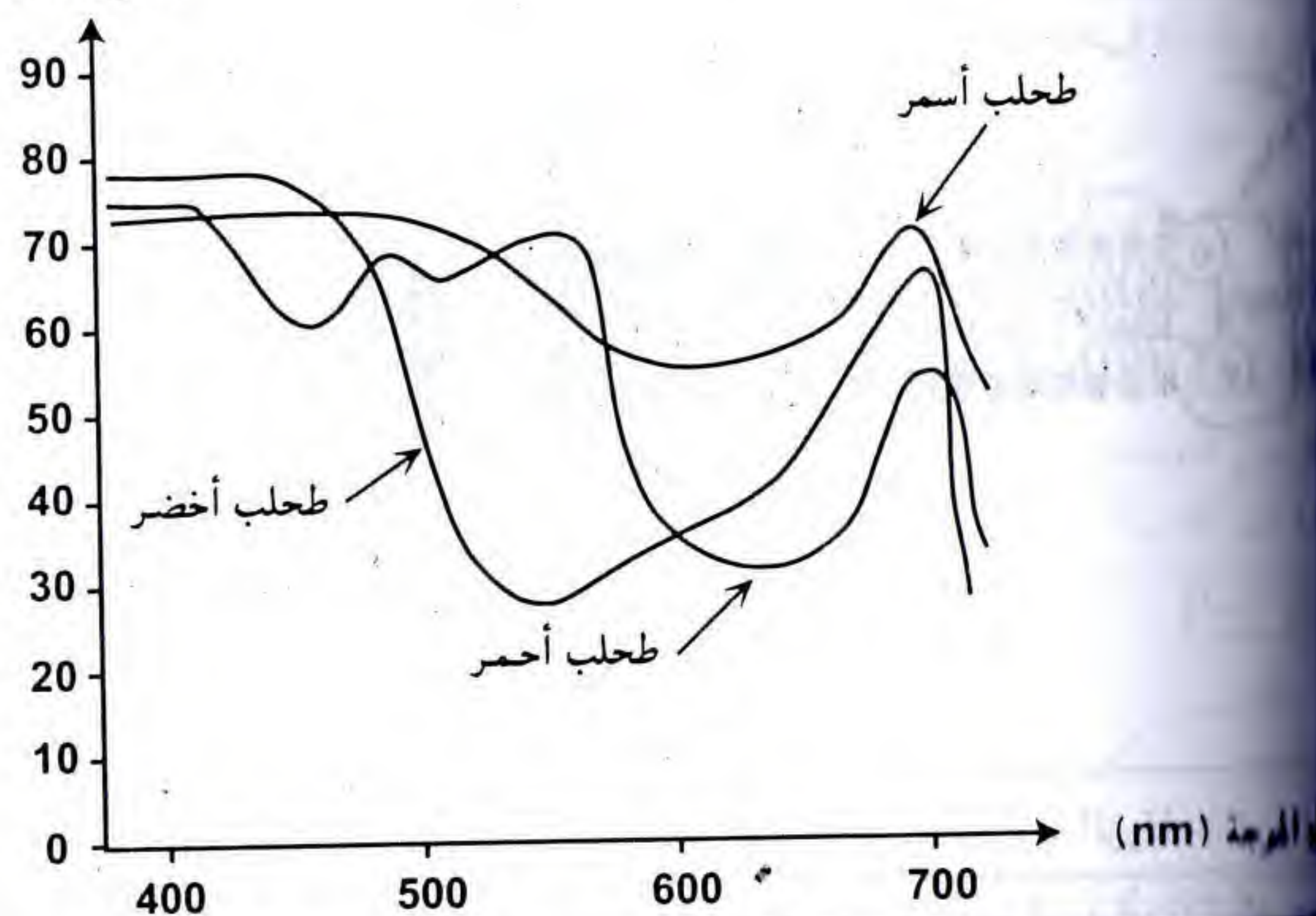
إضافة إلى الصبغات اليخضورية التي توجد عند جميع النباتات اليخضورية، تتوفر الطحالب السمرء على صبغة إضافية تسمى «La Fucoxanthine»، أما الطحالب الحمراء فتتوفر على صبغة إضافية تسمى «La Phycoérythrine».

1 - ماهو التغير الذي يحصل للضوء كلما نفذ في عمق المياه (الوثيقة 1)؟

2 - ماهي خصوصية طيف الإمتصاص لكل من الطحالب السمرء والطحالب الحمراء، مقارنة مع الطحالب الخضراء (الوثيقة 2)؟

3 - إعتامدا على معطيات السؤالين السابقين وعلى معلوماتك، فسر لماذا تعيش

نسبة إمتصاص الضوء (%)

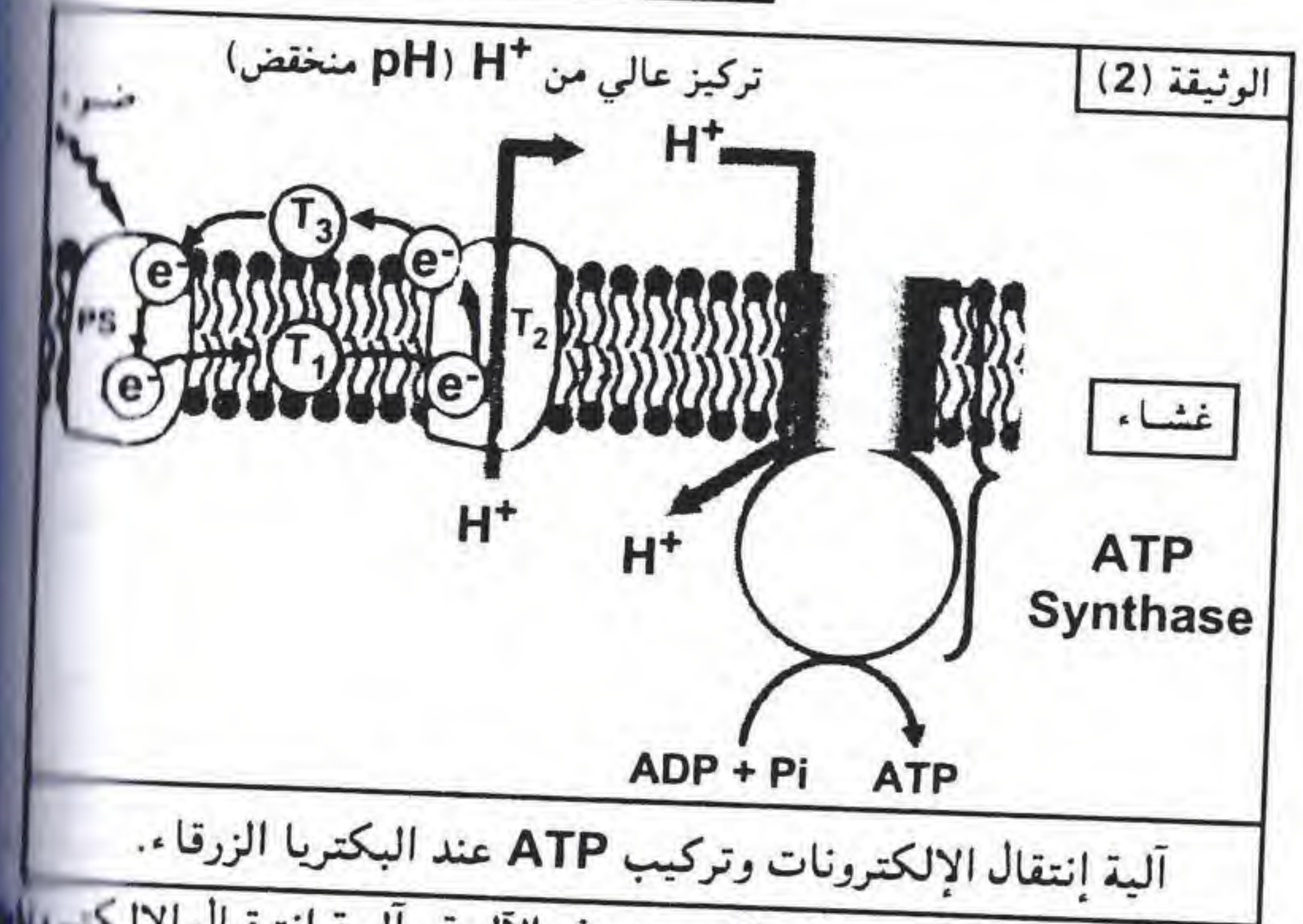
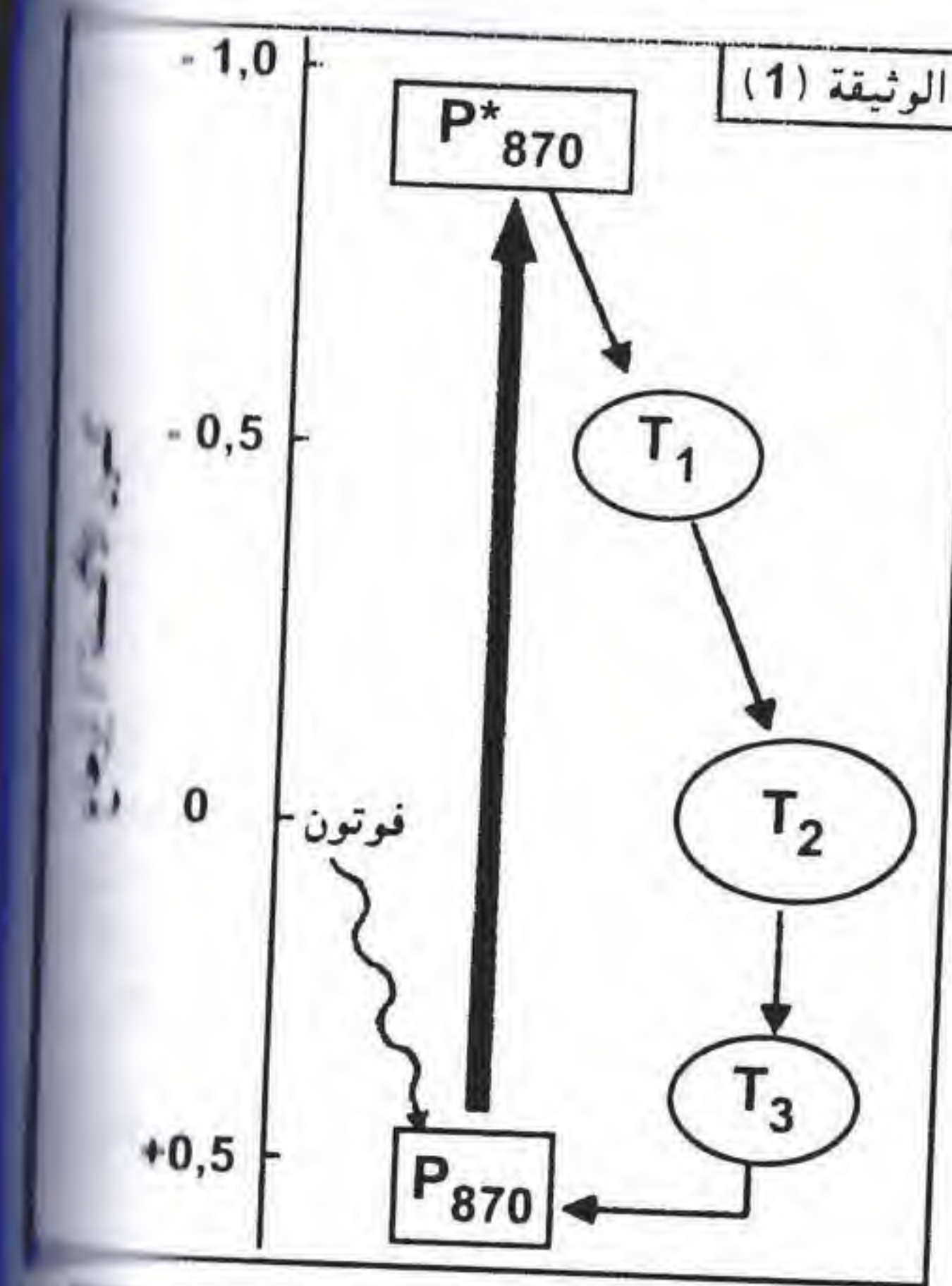


طيف الإمتصاص بالنسبة لثلاثة طحالب.



### تمرين 31:

من بين الكائنات الدقيقة القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي هي البكتريا الزرقاء المعروفة باسم: *Rhodospseudomonas viridis* ودراسة آلية التركيب الضوئي وبنية النظام الضوئي عند هذه البكتريا أعطت النتائج الموضحة في الوثيقتين (1) و (2):



آلية إنتقال الإلكترونات وتركيب ATP عند البكتريا الزرقاء.

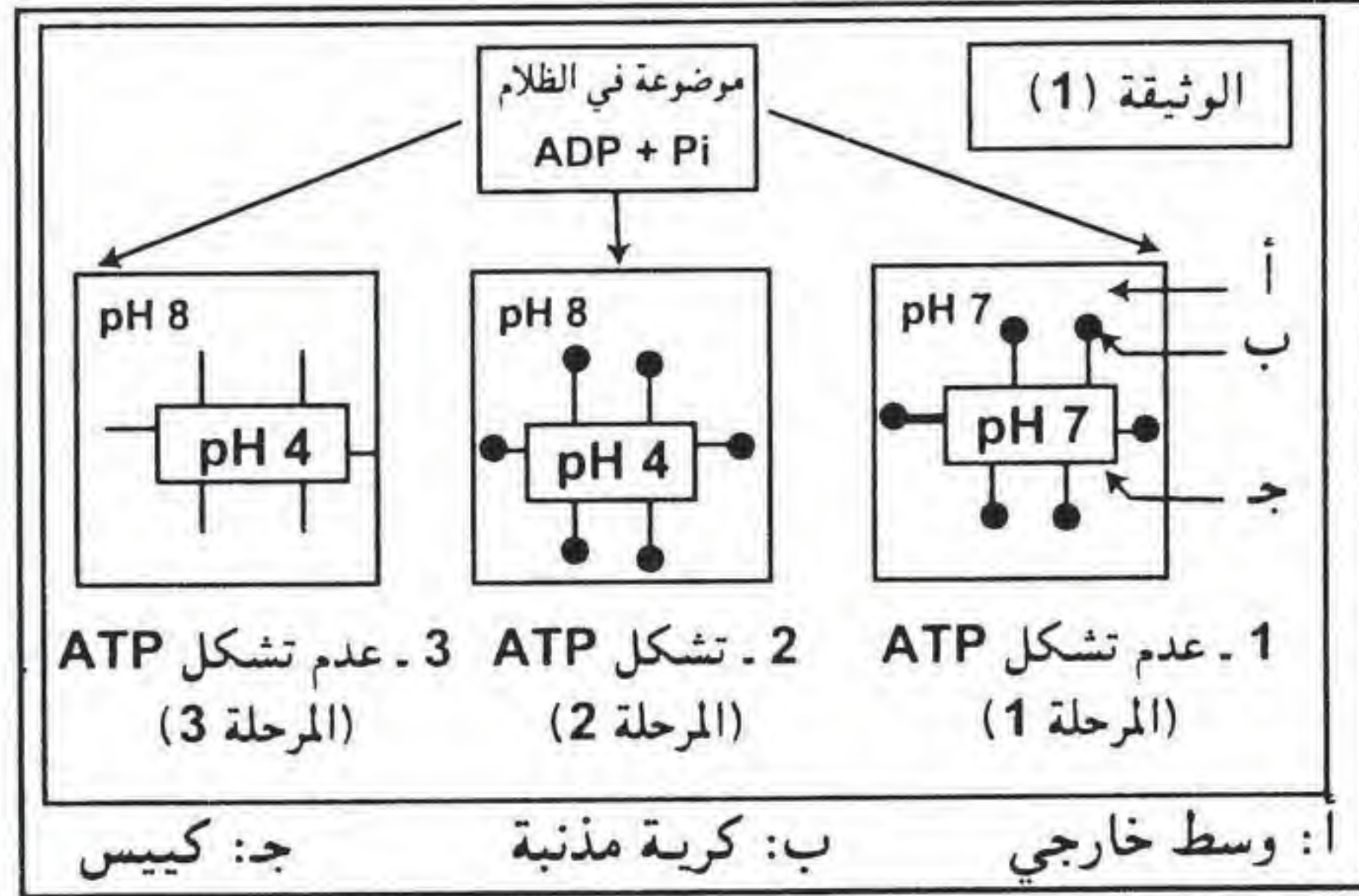
- 1 - ماهي أوجه التشابه والاختلاف بين هذه الآلية وآلية إنتقال الإلكترونات وتركيب ATP في النباتات الخضراء؟
- 2 - تعرف هذه الطريقة من إنتقال الإلكترونات بالإنتقال الحلقي ويمكن أن تحدث في النباتات الخضراء وتؤدي فقط إلى إنتاج ATP دون إنتاج  $NADPH_2$  بمشاركته

فيها النظام الضوئي الأول PSI فقط بتدخل النواقل T1 , T2 , T3 فقط. تحدث هذه الآلية بنسبة قليلة مقارنة بالحالة العادية وهي الإنتقال غير الحلقي بمشاركة النظامين PSII و PSI

أهم رسما تخطيطيا توضح فيه الإنتقال الحلقي للإلكترونات في النباتات الخضراء.

### تمرين 32:

أ - لغرض دراسة شروط تشكل الـ ATP أثناء عملية التركيب الضوئي، نجري التجربة التالية:



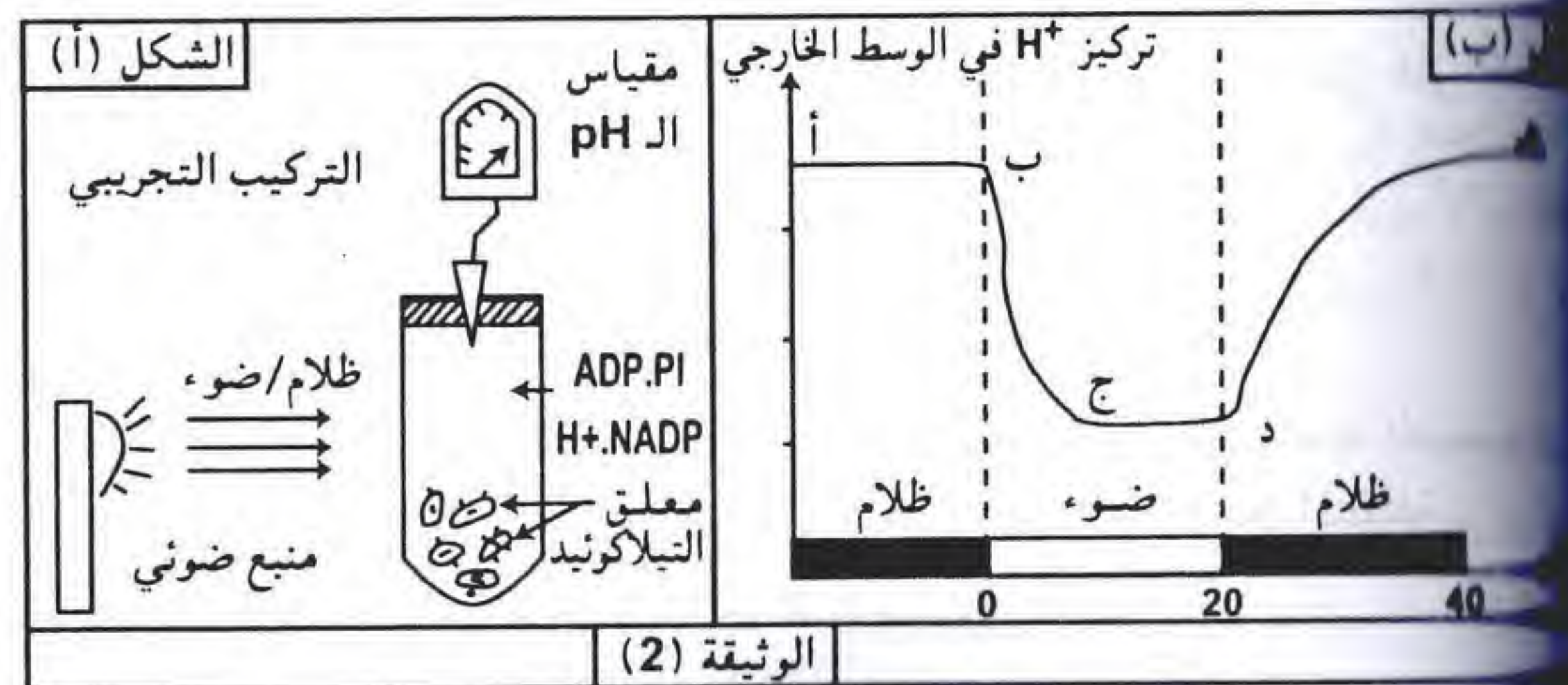
النسبة 1: عزلت التيلاكويديات بالطرد المركزي بعد تجزئة الحامض الخضراء، ثم عرضها لصدمة كهربائية، مراحل التجربة ونتائجها ماثلة في الوثيقة (1).

9 - حلل النتائج

الوثيقة (1) وماذا تستخلص فيما يخص شروط تركيب الـ ATP؟

10 - ما الغرض من إجراء التجربة في الظلام؟

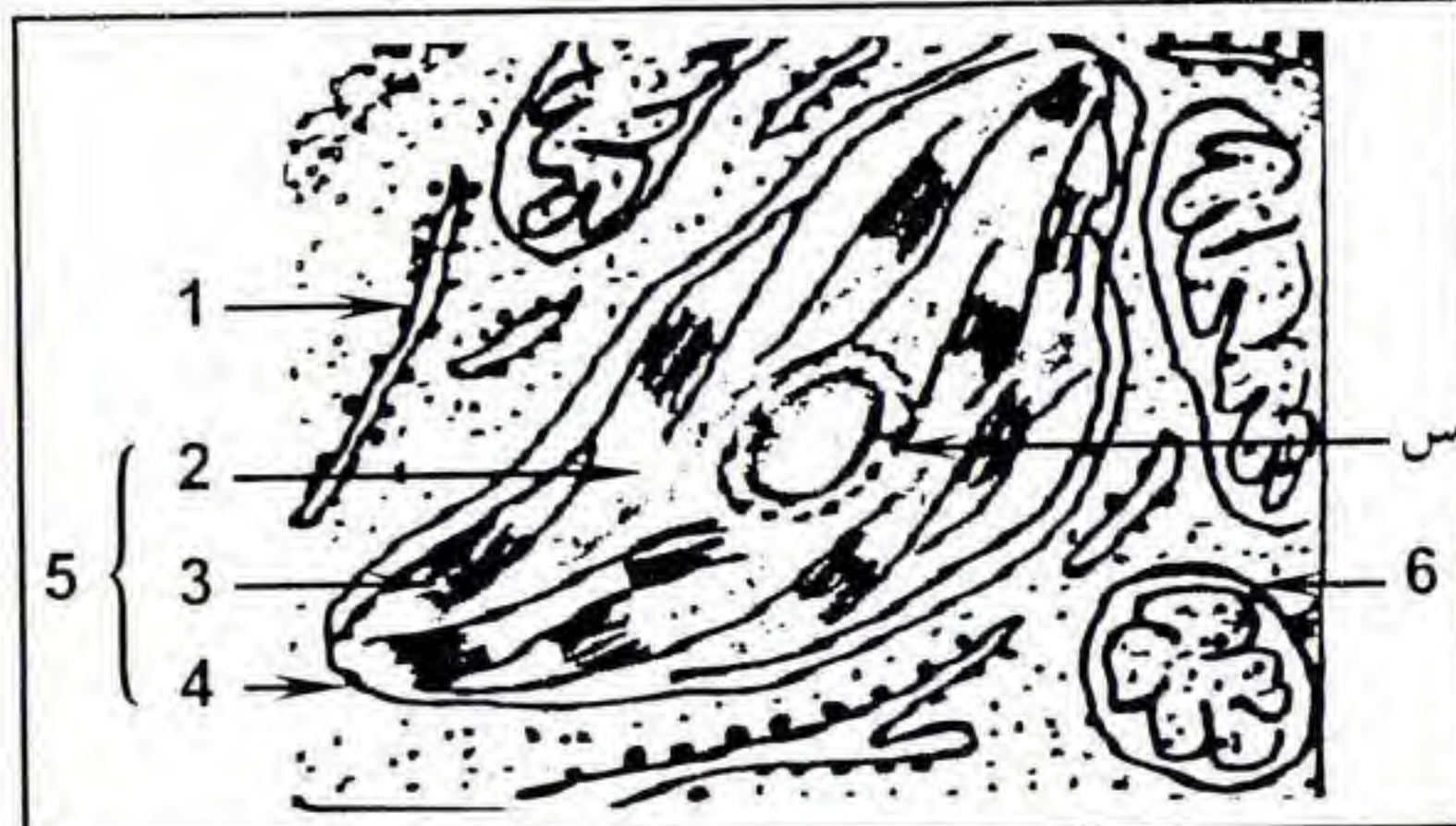
النسبة 2: قصد دراسة سلوك غشاء التيلاكويدي تجاه البروتونات، ننجز التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) من الوثيقة (2) نتائج هذه التجربة ماثلة في الشكل (ب) من نفس الوثيقة.





### تمرين 34:

لرغب في هذا التمرين دراسة آليات تحويل الطاقة و إستعمالاتها على المستوى الخلوي.



الوثيقة (1)

1. أنجزت الوثيقة (1)  
إطلاقاً من صورة أخذت  
بالمجهر الإلكتروني لجزء من  
خلية حيوانية.  
أ. تعرف على العناصر  
المرفقة، وحدد نوع الخلية  
التي أنجزت منها الوثيقة مع  
التعليل.

ب. ما هي الطبيعة الكيميائية لمادة العنصر (س) و التي تأخذ لونا أزرقا عند  
معاملة بالماء اليودي.

2. يظهر الجدول التالي نتائج التجارب المجراة في وجود الضوء على معلق من  
العنصر (5).

الغاز المطروح	إشعاع الجزيئات العضوية المصطنعة	التركيب الكيميائي للوسط
O <sub>2</sub> غير مشع	+	CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O موسوم بـ C <sup>14</sup>
O <sub>2</sub> غير مشع	+	CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O موسوم بـ O <sup>18</sup>
O <sub>2</sub> مشع	-	H <sub>2</sub> O موسوم بـ CO <sub>2</sub> + O <sup>18</sup>

أ. ماهي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من نتائج هذا الجدول؟

ب. انطلاقاً من هذه المعلومات أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية للظاهرة

3. نضع في أنبوبة اختبار العناصر (3) من الوثيقة (1) معزولة وسليمة، ونقيس  
معدل الأنوية بصورة مستمرة لتركيز البروتونات H<sup>+</sup> (قيمة ال PH) والوثيقتان  
(3) و (3) تبينان التركيب التجريبي ونتائج القياس المحصل عليها.

1. حلل المنحنى وفق القطع (أ ب)، (ب ج)، (ج د)، (د ه).

2. ماذا يمكنك إستخلاصه حول سلوك الغشاء تجاه البروتونات؟

3. يضاف إلى الوسط مادة تجعل غشاء التيلاكوييد نفوذا للبروتونات وكنتم  
لذلك سجل عدم تشكيل ال ATP. كيف تفسر ذلك؟

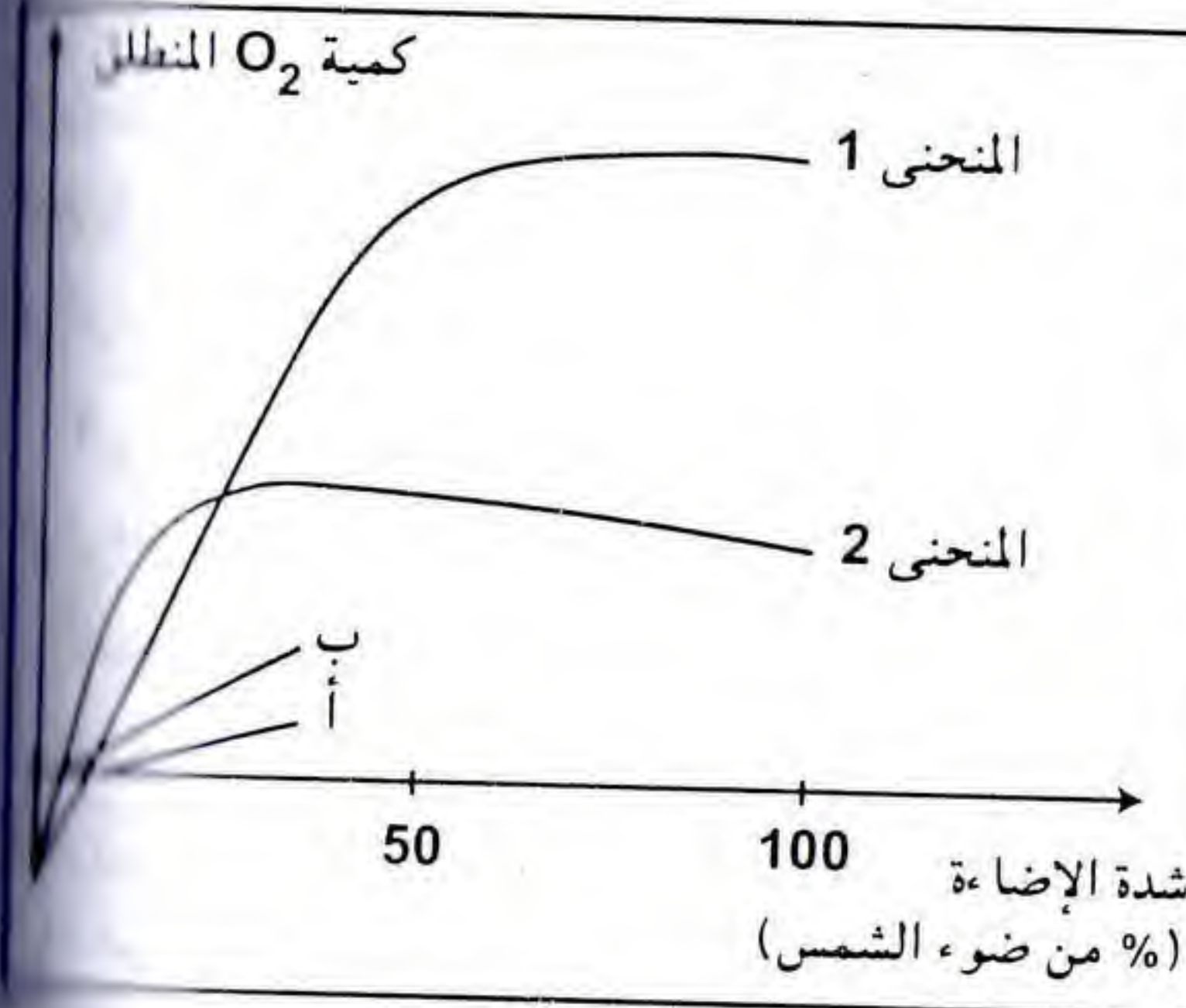
4. بالإعتماد على نتائج التجربة (2) وما توصلت إليه في التجربة (1)، علل  
تشكل ال ATP في الفترتين الزمنيتين (0 - 20 ثانية)، (20 - 40 ثانية) من  
الشكل (ب) للوثيقة (2).

II - باستغلال نتائج التجريبتين 1، 2 ومعارفك، وضع برسم تخطيطي وتفسر  
سلسلة التفاعلات التي تؤدي إلى إستمرار تركيب ال ATP، مع وضع كافة البيانات

### تمرين 33:

تسمى بعض النباتات بنباتات الشمس مثل الطماطم وعباد الشمس وهي كمعظم

النباتات الزراعية لا تنمو  
بصورة جيدة إلا إذا كانت  
معرضة لضوء الشمس  
مباشرة، بينما تسمى بعض  
النباتات التي تعيش تحت  
أشجار الغابة بفضل جزء من  
ضوء الشمس الذي يصل  
إليها بعد مروره على أوراق  
وأغصان الشجرة التي تعيش  
تحتها، تعرف هذه النباتات  
بنباتات الظل. يوضح منحنى  
الوثيقة المجاورة كمية  
الأكسجين المنطلق لنبات من كل فئة معرضة لإضاءة بشدة متباينة. يطلق على النقاط  
(أ و ب) بنقطة التعويض.



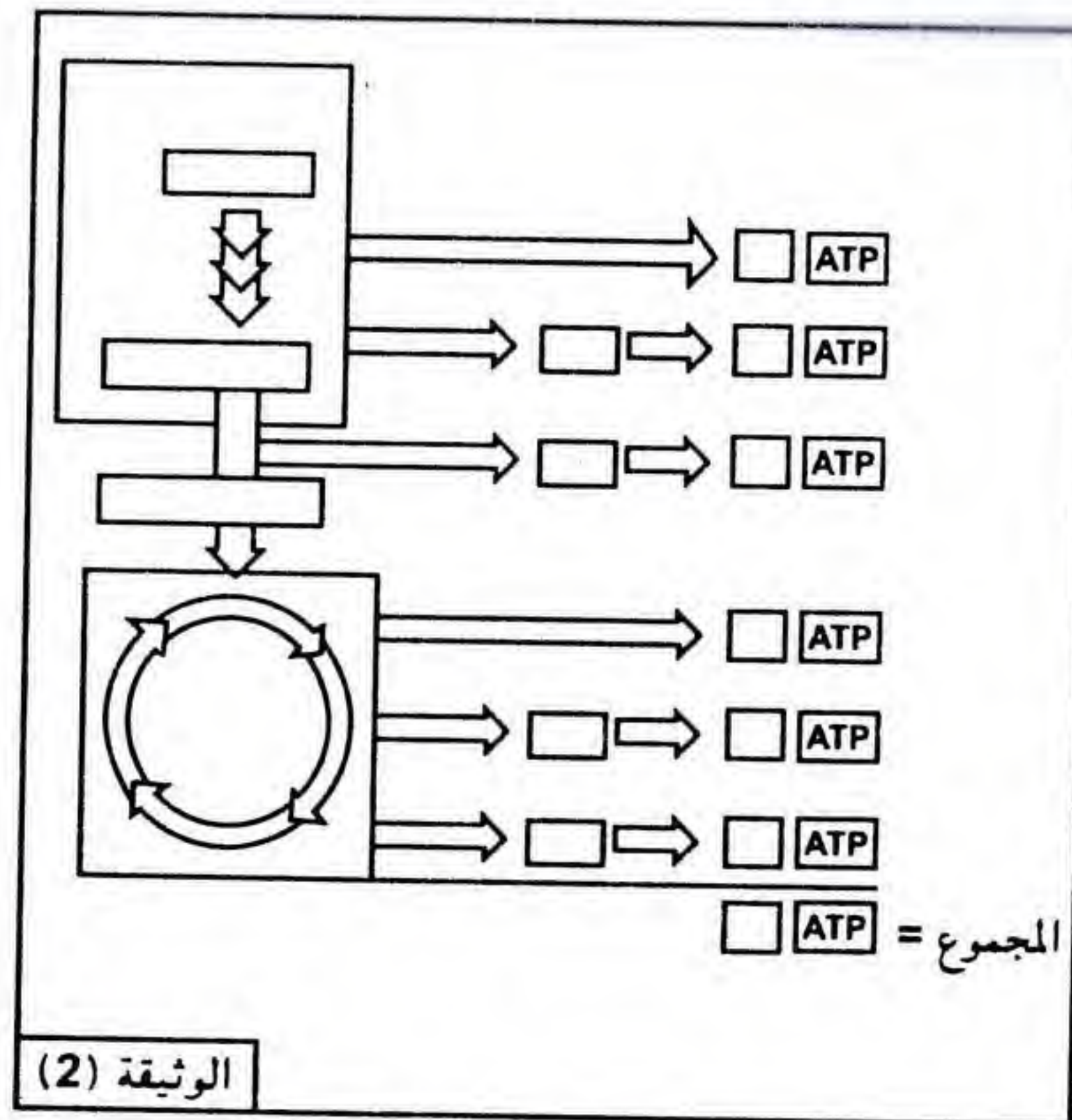
1. حلل المنحنيين، ماذا تمثل النقطتين أ ، ب.

2. إلى أي صنف من النبات يعود كل من المنحنيين (1 و 2)؟

3. حدد في أي شدة ضوئية يصل التركيب الضوئي إلى شدته القصوى في  
الحالتين، مع العلم أن شدة التركيب الضوئي تقاس بكمية الأكسجين المنطلقة.

4. علل وجود بعض أجزاء المنحنيين تحت مستوى الصفر.





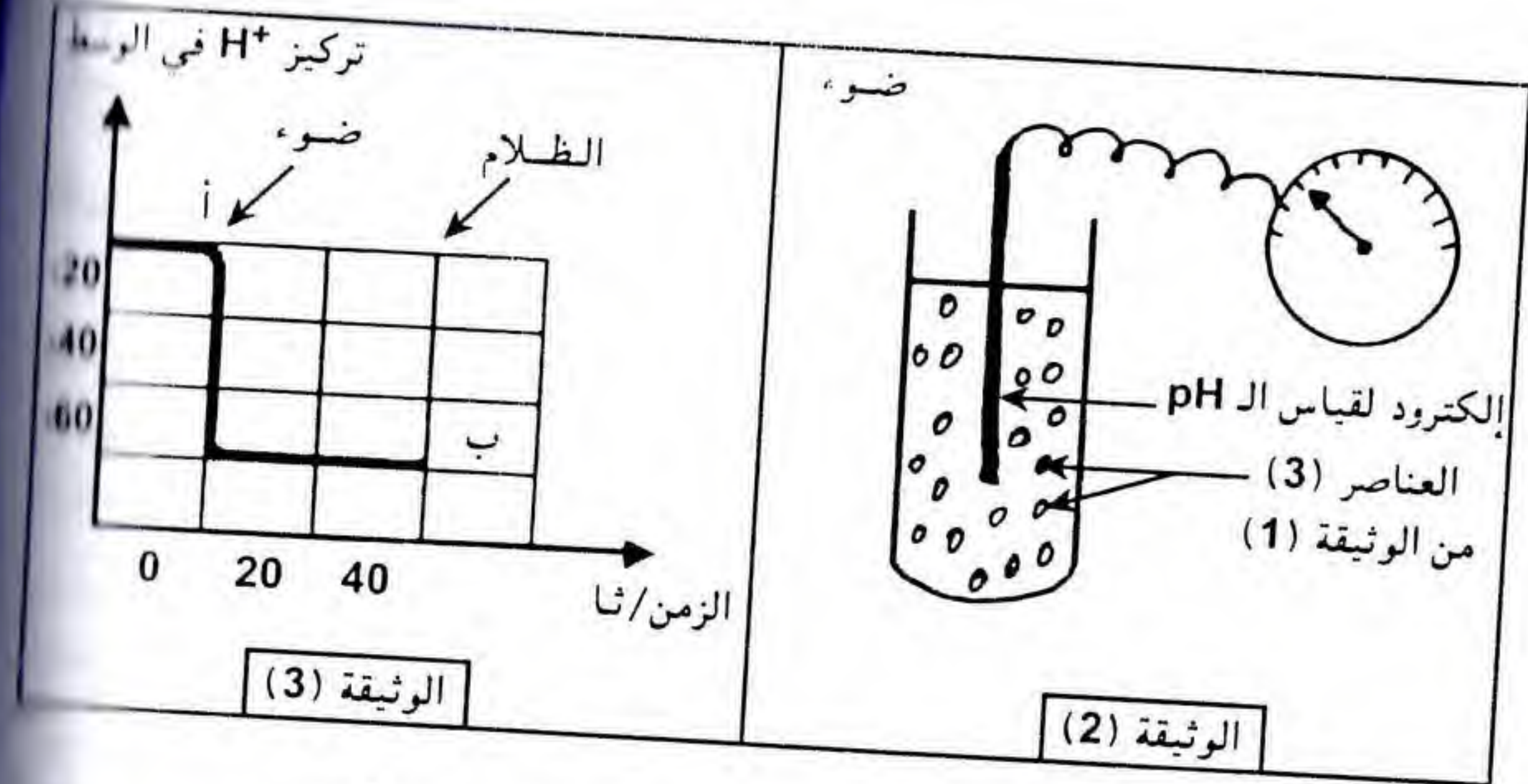
2. حدد بدقة المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مجموعة؟

3. حدد من بين هذه التفاعلات تلك التي تفسر ظهور  $O_2$  في الوسط.

4. حدد هوية T في التفاعلات السابقة.

5. أ. إنطلاقاً من خطوات التمرين ومعلوماتك حول الفراغات بعد إعادة ملئ الوثيقة 2..

ب. ماذا تمثل هذه الوثيقة 2..؟



أ. كيف تفسر إنخفاض تركيز البروتونات في الوسط (الجزء أ - ب)؟  
 ب. إشرح السطح السفلي للمنحنى على نفس الجزء أ - ب.  
 ج. نضيف للوسط مادة تجعل أغشية الكبيسات نفوذة للبروتونات، فبماذا يتغير تركيب الـ ATP؟

α - فسر لماذا؟

β - هل يستمر إنطلاق الـ  $O_2$ ؟

γ - مامصير الطاقة الضوئية المقتنصة؟

د. نطفئ الضوء، ماهي التطورات التي نراها إنطلاقاً من النقطة "ب" بالنسبة لتركيز البروتونات  $H^+$  في الوسط؟ هل يستمر إنطلاق الـ  $O_2$ ، وتركيب الـ ATP؟

### تمرين 36:

لنقوم بتسجيل تغيرات الشدة التنفسية لنسيج حي في وسط فيزيولوجي ملائم تتغير درجة الحرارة وذلك باستخدام تركيب تجريبي خاص.

1. يمثل المنحنى - أ - من الوثيقة 1. النتائج المحصل عليها، حلل هذا المنحنى.

2. إن المنحنى - ب - من الوثيقة 1. يمثل تغيرات

سرعة التفاعلات الإنزيمية

بالنسبة لدرجة الحرارة، نقوم

بإزالة مجموعة من

الأنزيمات ونضعها في

وسط غني بالأوكسجين،

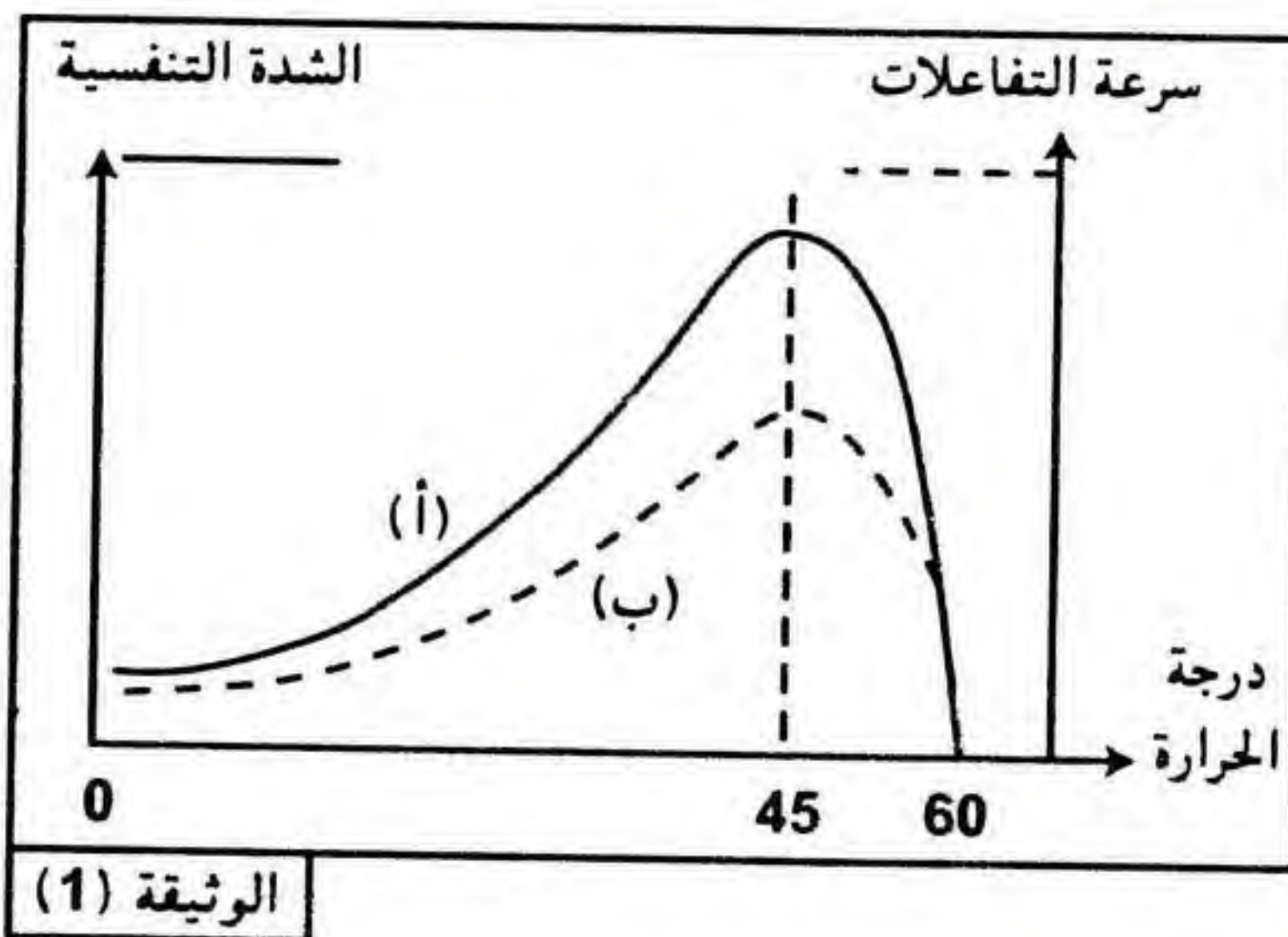
نقيس كمية  $O_2$  في الوسط

بعد إضافة عدة مواد إلى

الوسط هي ونتائجها موضحة

في الوثيقة (2).

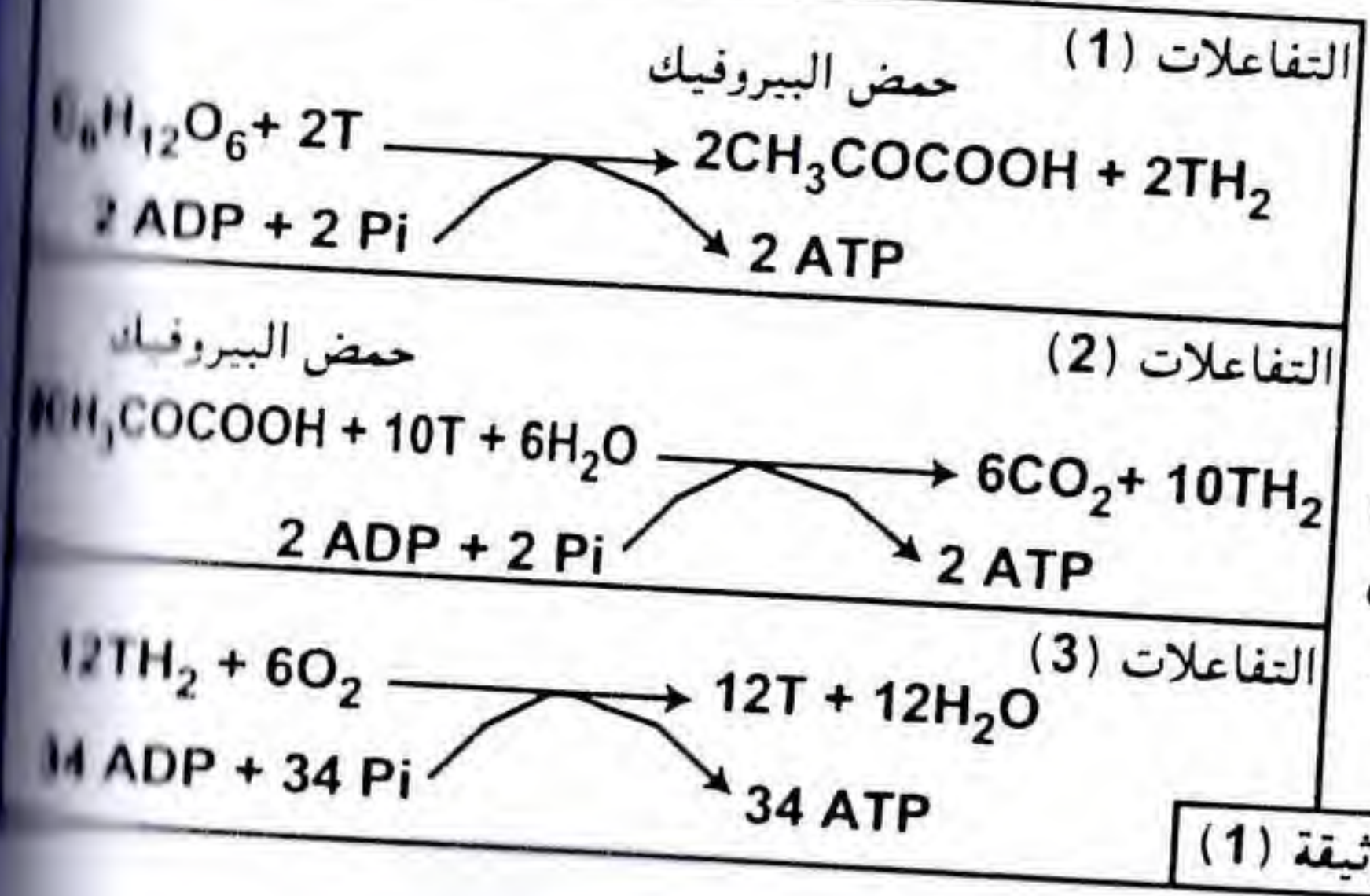
أ. مانوع العلاقة بين الشدة التنفسية وسرعة التفاعلات الأنزيمية ودرجة الحرارة؟



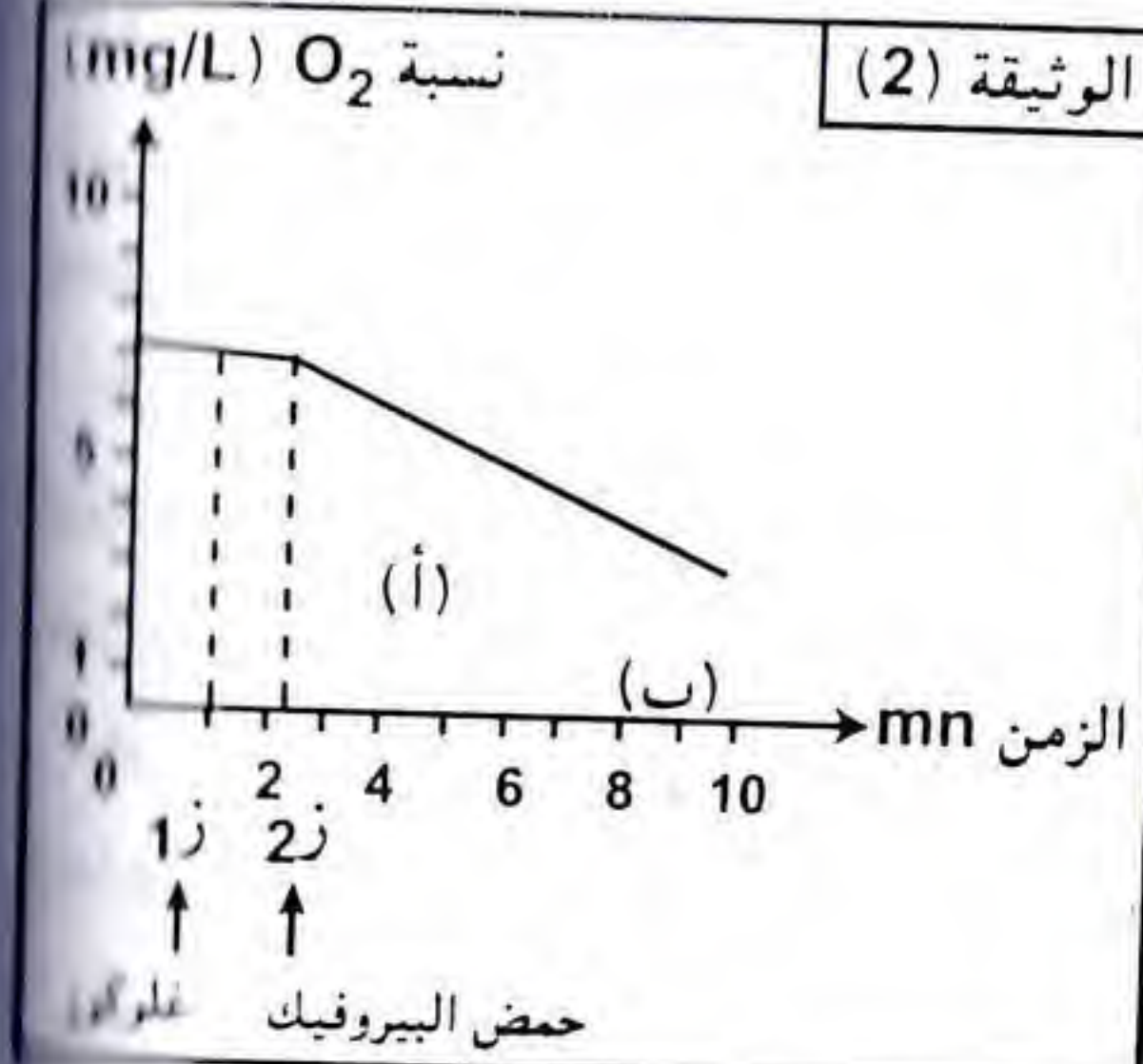
### تمرين 35:

تمثل الوثيقة 1 مجموعة من التفاعلات تحدث على مستوى الخلية الحية.

1. أعط الاسم المناسب لكل من التفاعلات 1، 2، 3.







ب - حلل منحنى الوثيقة (2).  
ج - فسر نتائج التجربة.

3 - نقوم بزرع خلايا حية في وسط غني بالأوكسوجين ويحتوي كمية قليلة من الغلوكوز المشع (G)، بعد ذلك نأخذ عينات في الأزمنة المتتالية 1 ز، 2 ز، 3 ز، 4 ز فنلاحظ ظهور مواد مشعة وهي: حمض البيروفيك (P)، أحماض حلقة كريبس (K) وثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وبين

الجدول الموالي تموضع هذه المواد في الخلية.

أ - رتب هذه المواد حسب تسلسلها الزمني بالظهور.

ب - فسر ظهور المواد المشعة الجديدة في هذه الأوساط.

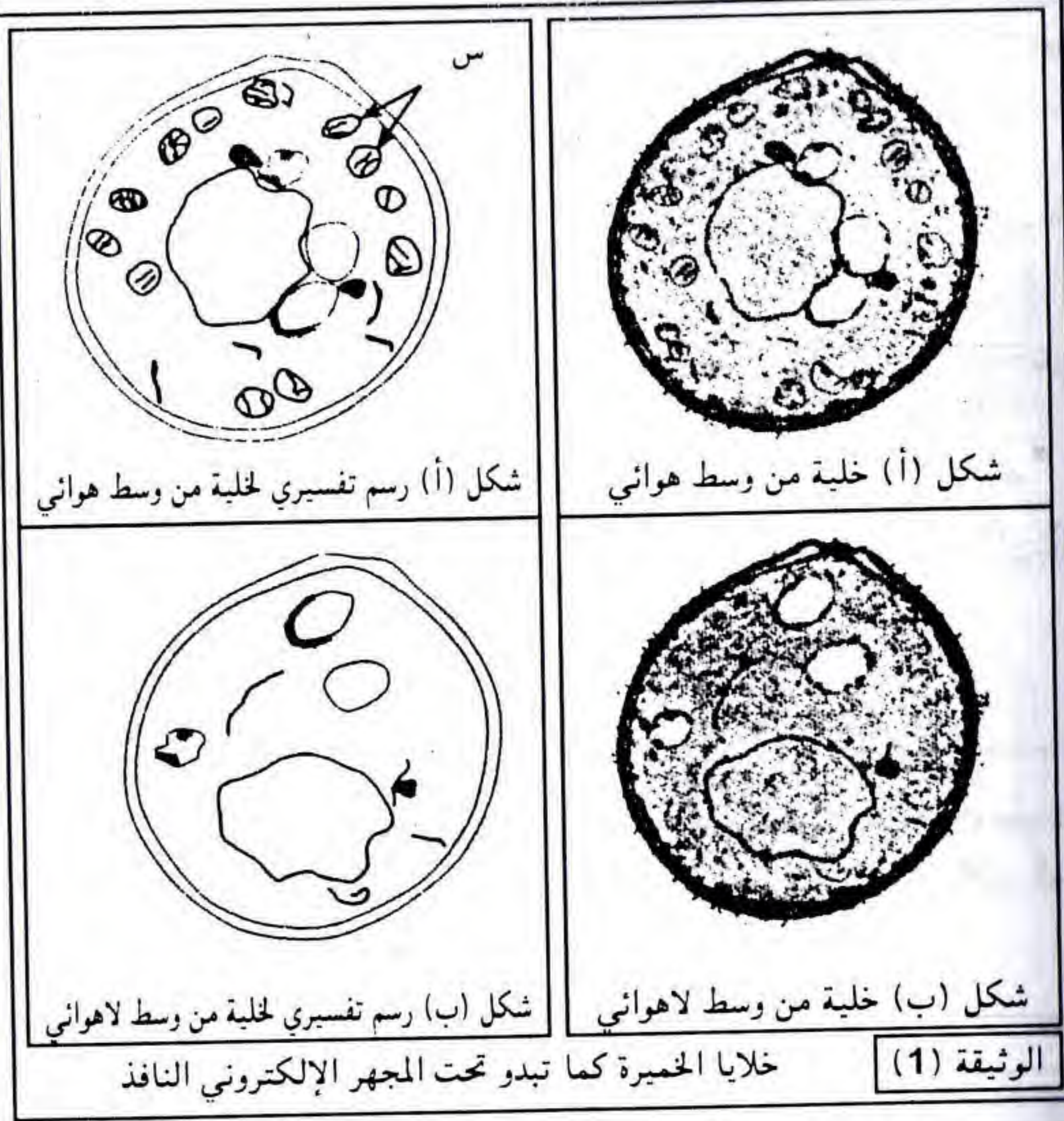
ج - تفاعلات التنفس تتم على مرحلتين، حدد هاتين المرحلتين.

الزمن	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي
0 ز	$G^{+++}$	الميتوكوندري
1 ز	$G^+$	الهائلوبلازم
2 ز		$P^+$
3 ز		$P^{+++}$ $K^+$
4 ز	$CO_2^+$	$K^{+++}$
	إشعاع ضعيف	++ إشعاع متوسط +++ إشعاع قوي

### تمرين 37:

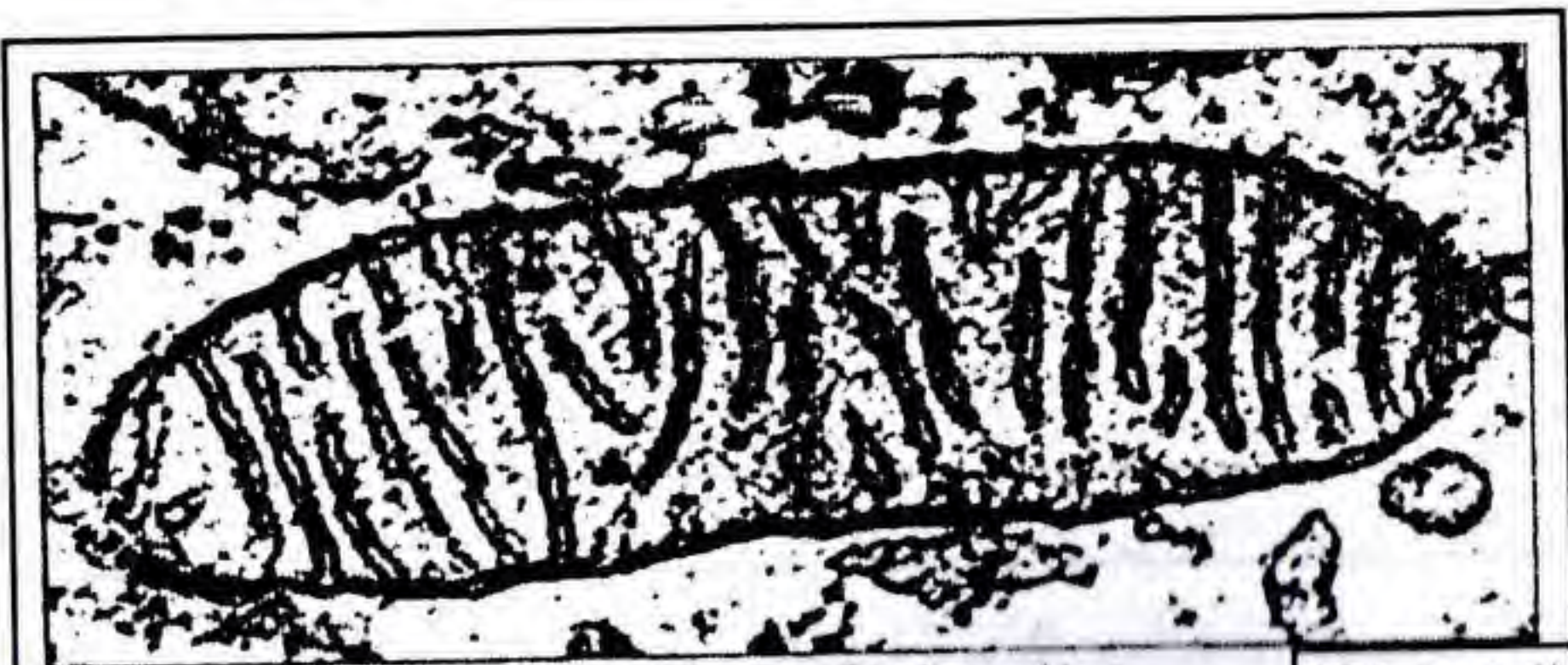
لمعرفة العلاقة بين بنية ووظيفة الميتوكوندري نقوم بما يلي:-

- أ - تجربة: نقوم بتحضير مزرعتين من خميرة الخبز في إنائين مختلفين يحتوي كل منهما على محلول سكري نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستعمال (وسط هوائي)، بعد مدة من الزمن، نأخذ عينة من كل إناء ونعالجها بمحلول أخضر جانوس الذي يعتبر ملونا حيويا حيث يكون أخضرا في الحالة المؤكسدة وشفافا في الحالة المراجعة. كانت النتائج المتحصل عليها كالتالي: ظهور حبيبات ملونة بالأخضر في الخلايا المأخوذة من الوسط الهوائي وعدم ظهورها في الخلايا المأخوذة من الوسط اللاهوائي. قدم تفسيرا للنتائج المحصل عليها؟
- ب - سمحت الملاحظة بالمجهر الإلكتروني النافذ لخلايا الخميرة بوضع الأساطير الموضحة في الوثيقة (1).



- 1 - قارن بين خلايا الخميرة المأخوذة من الوسطين؟ ماذا تمثل العضية س؟
- 2 - ماهي الفرضية التي يمكن تقديمها فيما يخص العلاقة بين وجود العضيات س والتهوية وسط الزرع؟
- 3 - إستنتج إذا مقر الأكسدة التنفسية؟

• إن الميتوكوندري عبارة عن عضيات يتراوح طولها بين 0,5 إلى 2 ميكرون وعرضها بين 0,1 إلى 0,5 ميكرون، يمكن مشاهدة بنيتها بالمجهر الإلكتروني النافذ.



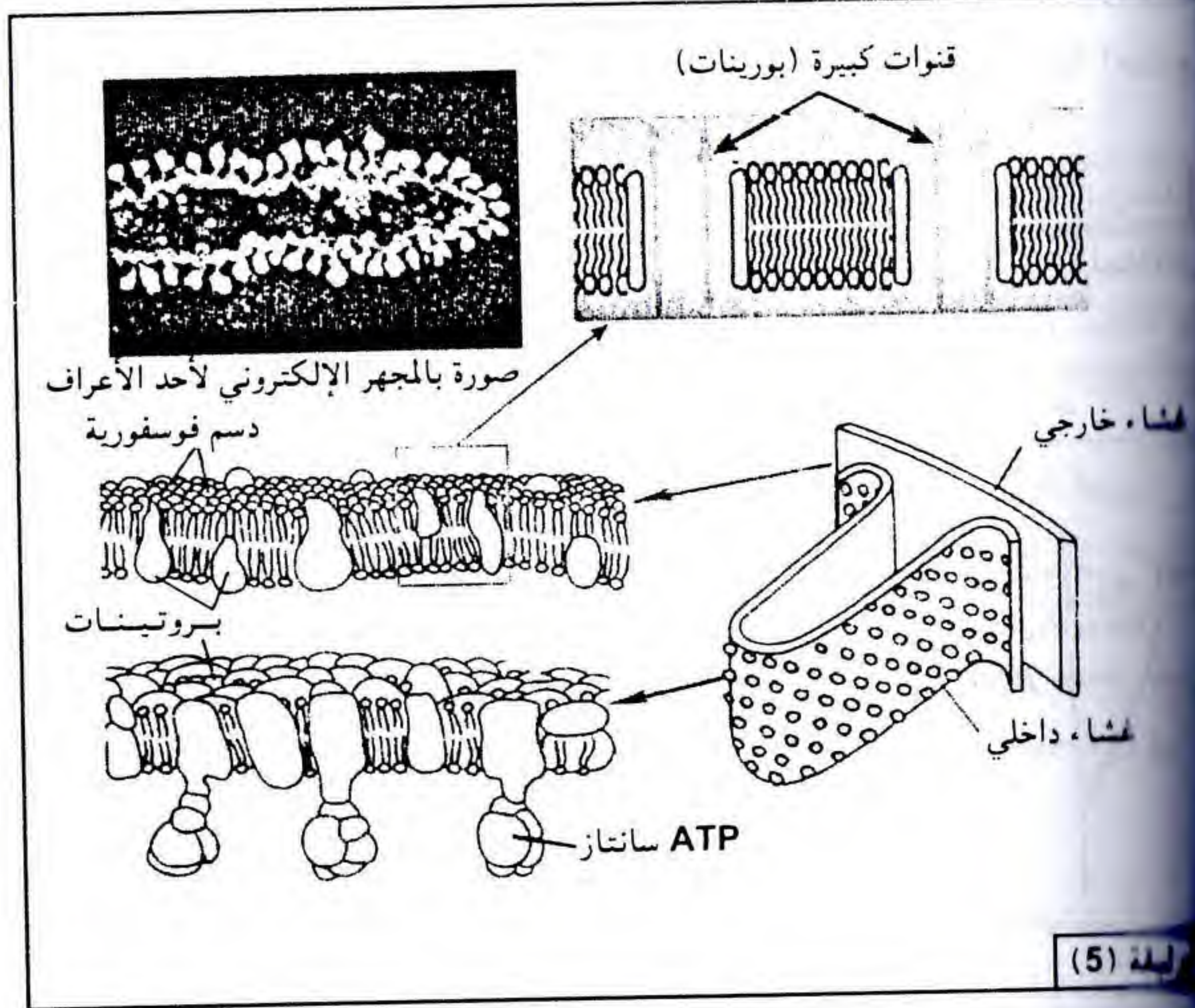
كما هو موضح في الصورة الوثيقة (2) المخططات

الوثيقة (2)

صورة بالمجهر الإلكتروني النافذ لمقطع في ميتوكوندريا



بالاعتماد على جدول الوثيقة (4) وأشكال الوثيقة (5).



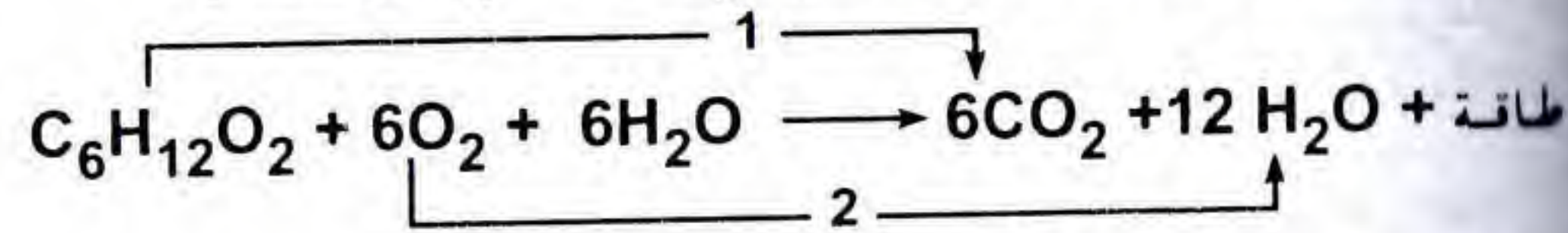
الوثيقة (5)

1. قارن بين بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والخارجي للميتوكوندري؟ ماذا نستخلص؟

2. قارن بين بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والمادة الأساسية للميتوكوندري؟ ماذا نستخلص؟

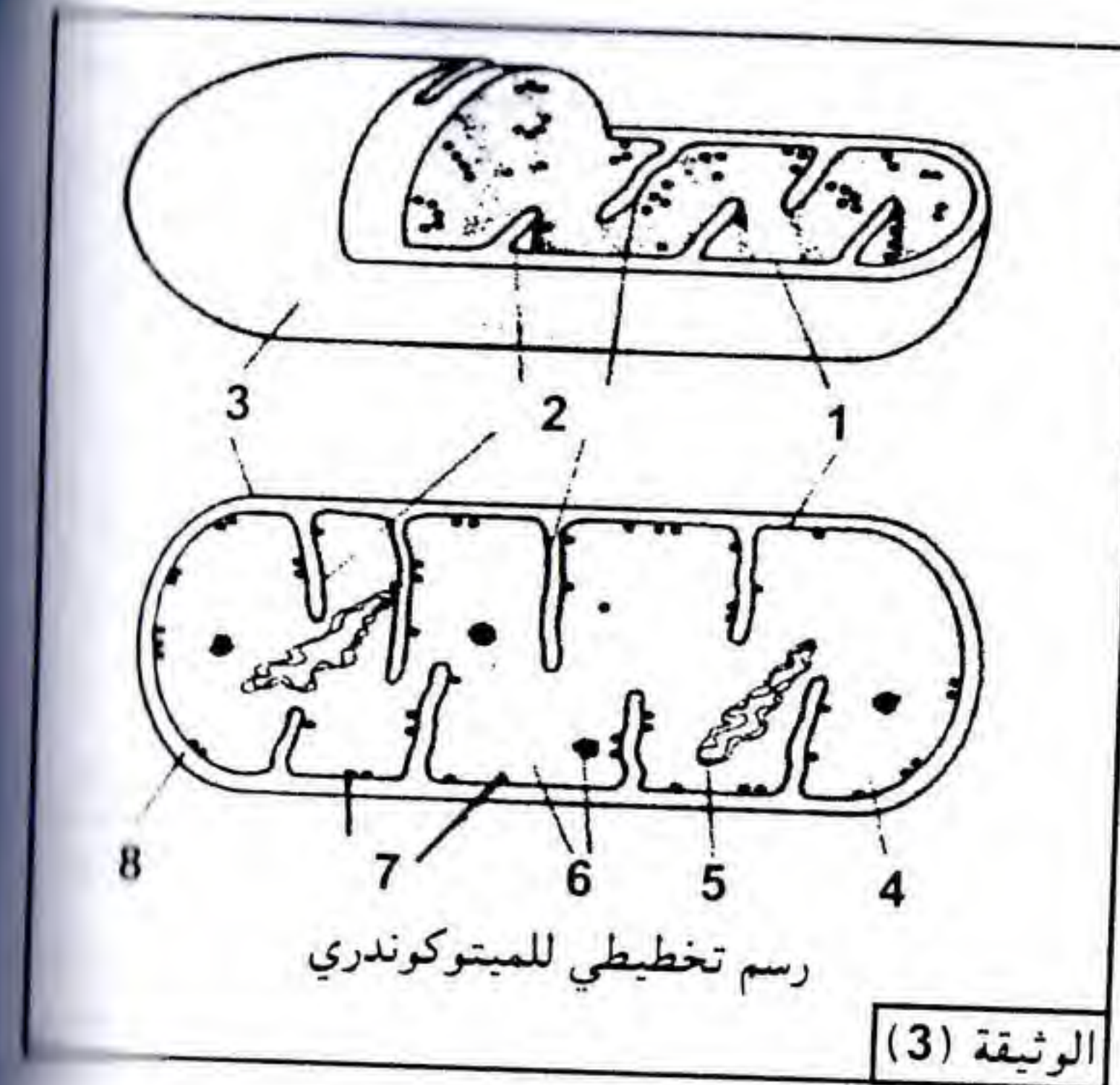
3. إن وظيفة أية عضوية مرتبطة أساساً بتركيبها الكيميائي، ماذا يمكن قوله حول كل من الحشوة والغشاء الداخلي للميتوكوندري؟

4. تلخيص التفاعلات الكيميائية للتنفس في المعادلة الإجمالية التالية:



5. استخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في 1 و 2؟

6. استنتج من المعادلة طبيعة تفاعلات ظاهرة التنفس؟



الوثيقة (3)

1. ضع بيانات الوثيقة (3).

2. صف في بضعة أسطر بنية الميتوكوندري.

3. استنتج من ذلك ما يدل على أن للميتوكوندري بنية جحرية.

د. أعطي التحليل الكيميائي لبعض مكونات الهيولي ولأجزاء ميتوكوندريه محصل عليها بتقنية الطرد المركزي النتائج المدونة في جدول الوثيقة (4)، كما توضح الوثيقة (5) توضع بعض هذه المكونات.

المقر	نوع المادة	الهيولي	الميتوكوندري	
			المادة الأساسية	الغشاء
			الداخلي	الخارجي
	البروتينات في الغشاء		%80	%50
	الدسم في الغشاء		%20	%50
	مواد الأيض:-			
	حمض البيروفيك	+	+	
	الغلوكوز	+	-	
	أستيل مرافق الإنزيم (أ)	-	+	
	البروتينات والإنزيمات			
	نازعات الهيدروجين	+	+	
	نازعات الهيدروجين والكربوكسيل	-	+	
	نواقل الإلكترونات	-	-	
	ATP Synthase	-	-	
	مضخات البروتونات	-	-	
		+	وجود	- غياب

الوثيقة (4)

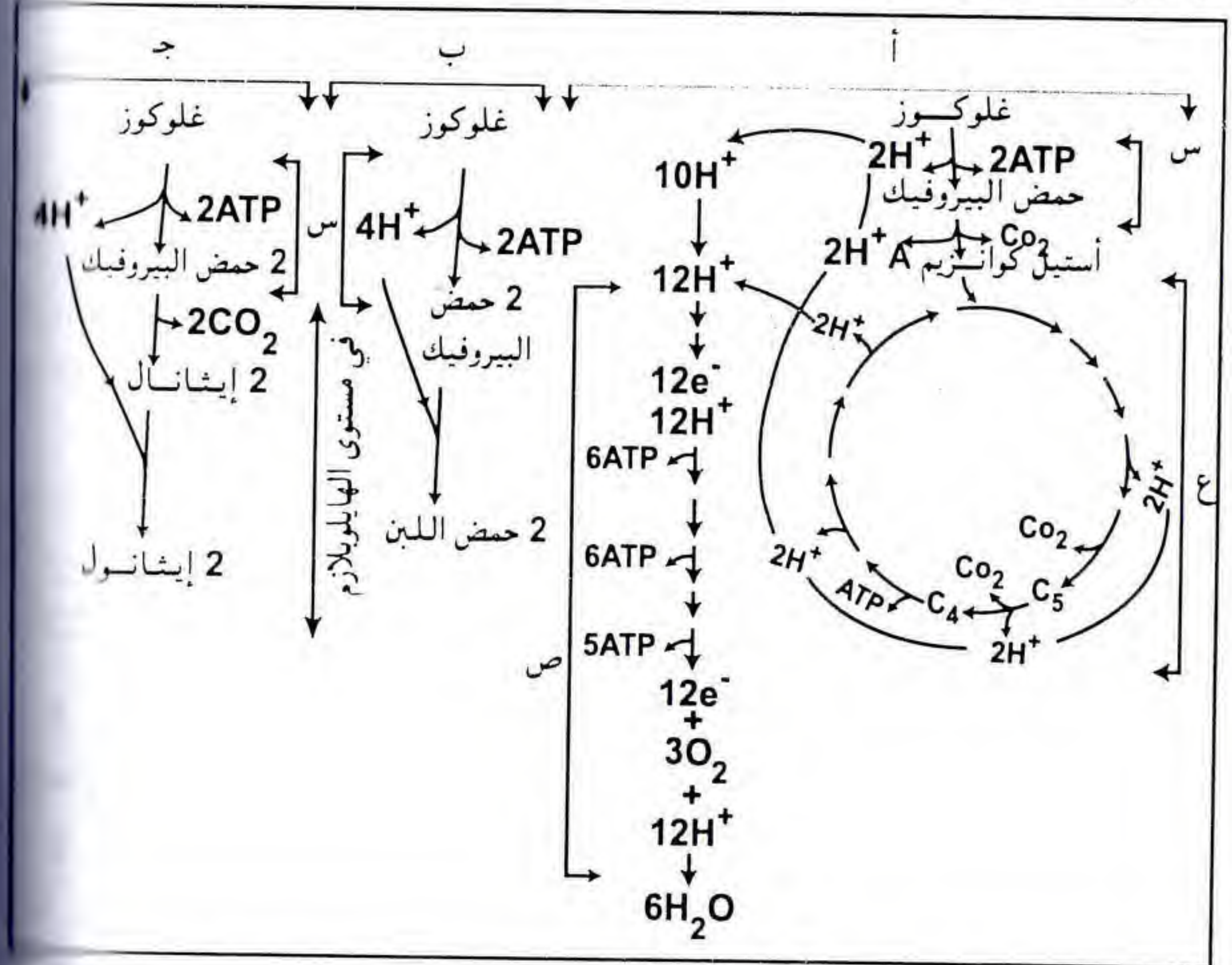


### تمرين 38:

1 - إن تزويد خميرة الخبز بجلوكوز مشع  $O^{18}$  أو  $C^{14}$  يؤدي إلى طرح  $CO_2$  مشع في كلتا الحالتين، في حين إستعمال الجلوكوز العادي في وسط يحوي  $O_2^{18}$  (مشع) نلاحظ تشكل ماء مشع في مستوى خلايا الخميرة.

- فسر هذه النتائج.

2 - إن إستعمال الجلوكوز من قبل الخلايا الحية تكون وفق أحد الطرق المثلثة في الرسوم التخطيطية التالية:



إن المرحلة (س) مشتركة بين المظاهر الثلاثة المثلثة بالمخططات أ، ب، ج. في (ع) و (ص) خاصتان بالظاهرة المثلثة بالمخطط أ. أ - تعرف على المراحل س، ص، ع وحدد مقر حدوث كل مرحلة على المستوى الخلوي.

ب - حدد المستوى الخلوي الذي يتم فيه تفاعلات الظاهرة المثلثة في ب.

ج - تعرف على الظاهرتين أ، ب مع التعليل.

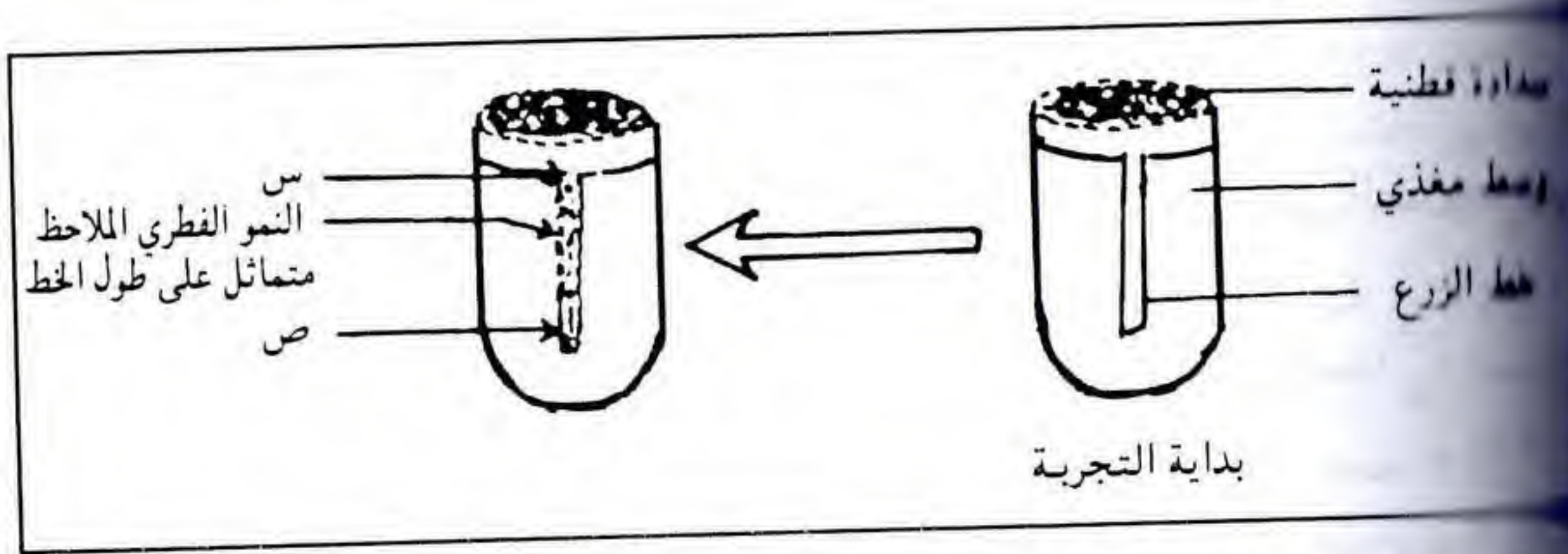
3 - أ - أحسب المردود الطاقوي للظواهر أ، ب، ج إذا علمت أن مول واحد من

الجلوكوز تحمل طاقة مقدارها 2860 كيلوجول وأن مول واحد من الـ ATP تحمل طاقة مقدارها 30,5 كيلوجول.

ب - مامصير ما تبقى من الطاقة في الظاهرة "ج"؟ علل إجابتك.

### تمرين 39:

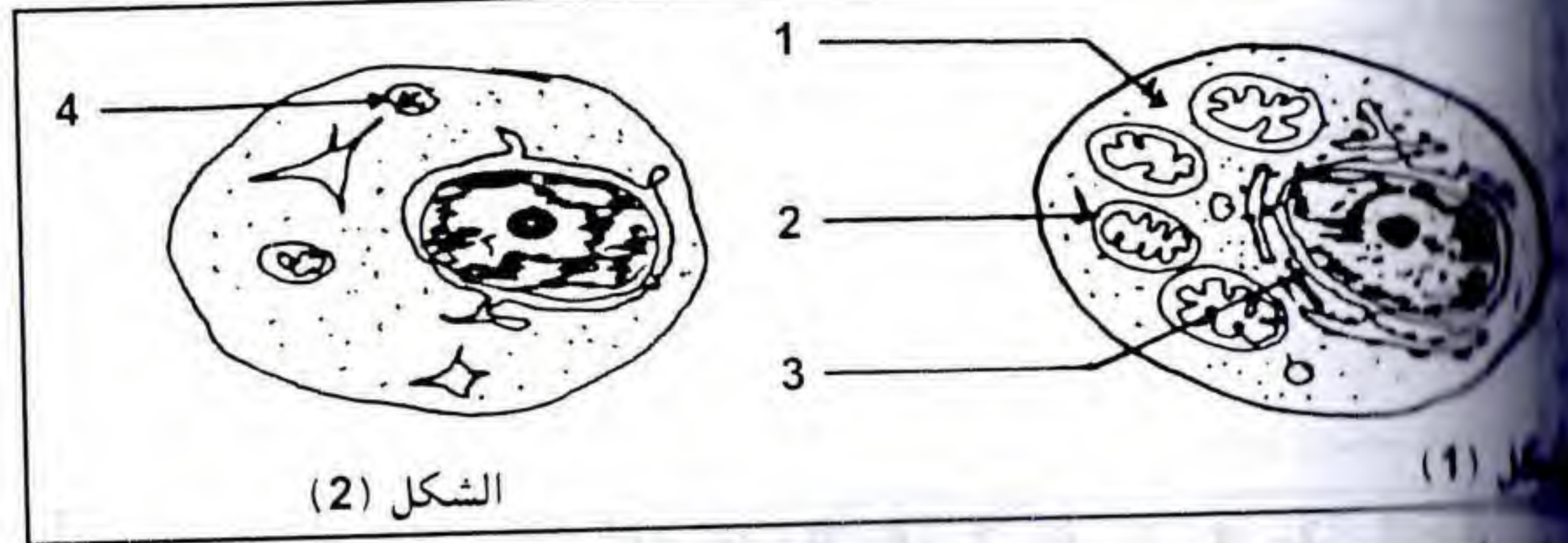
أ - نصب في أنبوب اختبار نظيف كمية من وسط مغذي إصطناعي يحتوي على مادة الأغار Agar بنسبة 2% (عامل تصلب) وجلوكوز بنسبة 12% (عامل مغذي)، وبعد تصلبه (تجمده) تغرس فيه وبشكل عمودي إبرة تشريح سبق غمسها في معلق الخميرة، ثم يوضع الأنبوب في مكان درجة حرارته  $36^\circ C$  وبعد مضي 48 ساعة حصلنا على النتائج التالية:



1 - ماذا يمكنك إستنتاجه بخصوص وسط معيشة فطر الخميرة؟ علل إستنتاجك.

2 - ماذا تستنتج بخصوص كمية الجلوكوز على طول خط الزرع وأن النمو كان على المعدل على طول خط الزرع؟ لماذا؟

ب - نهتم الآن بدراسة النمو الفطري الملاحظ، نأخذ عينتين (أ، ب) من المنطقتين (س) والفحص بالمجهر الإلكتروني أعطى النتائج المبينة في الوثيقة الموالية:



أ - أكتب البيانات المشار إليها بالأرقام 1، 2، 3، 4.



2. حدد المنطقة التي أخذت منها كل خلية، علل إجابتك.  
ج. التحليل الكيماوي أثبت بأن النمو الفطري صاحبه تشكيل مادة كيماوية مميزة، والجدول التالي يتضمن كمية المادة بدلالة العمق:

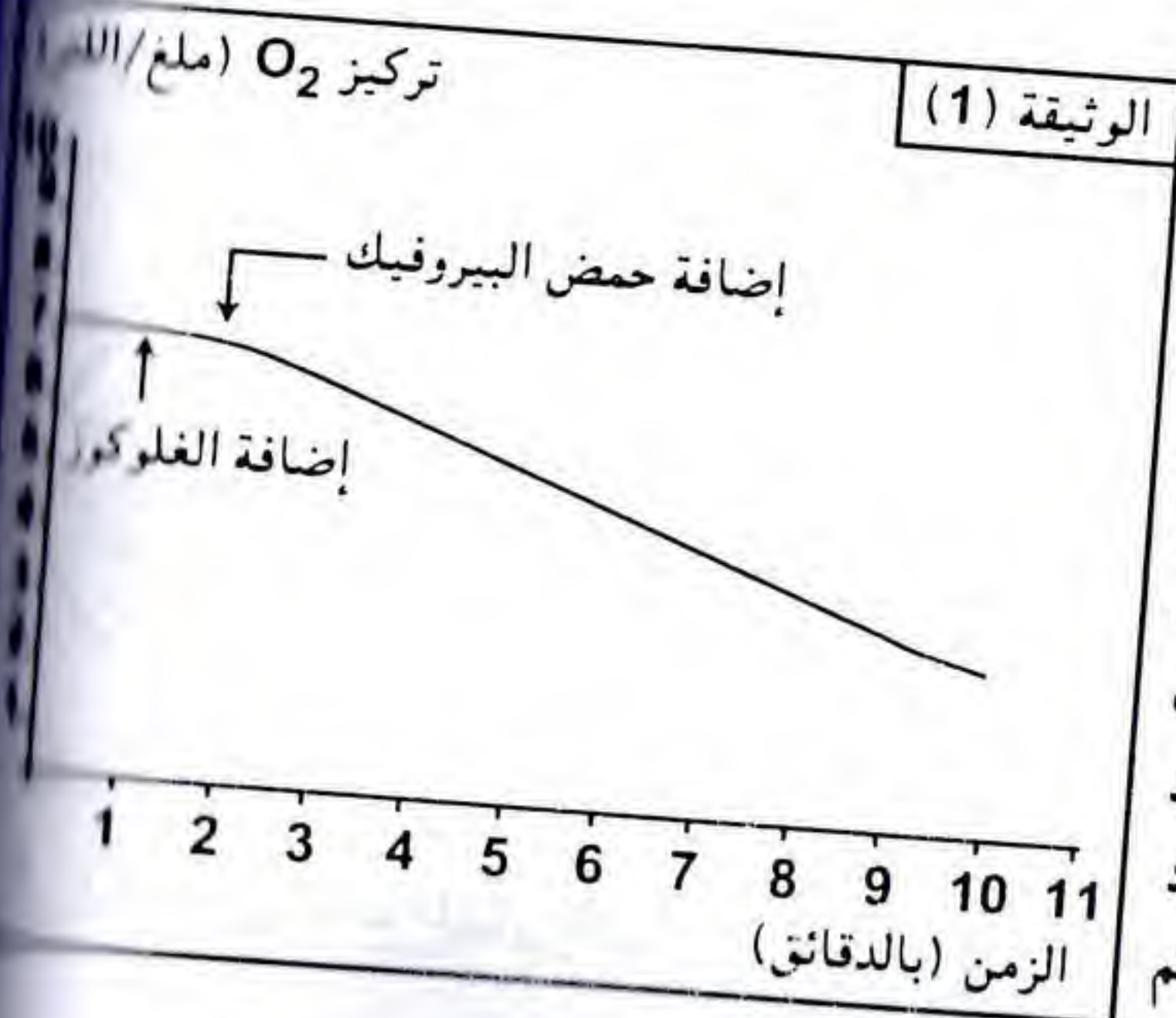
العمق بالسم ابتداء من السطح	كمية المادة (بالملي)
0	0
1	0,7
2	1,3
4	2,5
7	4,2

1. عبر عن هذه النتائج بمنحنى بياني.
2. ماذا تستنتج بعد تحليلك للمنحنى؟
3. تعرف على المادة المتشكلة، أكتب صيغتها الكيميائية وماهي الظروف التي أدت إلى تشكيلها؟ (معبرا عن ذلك بمعادلة كيميائية).
4. كخلاصة: قدم دراسة مقارنة بخصوص الظاهرة المدروسة من حيث:
  - النواتج النهائية.
  - مقرر حدوثها.
  - المحصلة الطاقوية.

#### تمرين 40:

لمعرفة الركيزة العضوية المستعملة من قبل الميتوكوندري تقوم بالتجارب التالية:

أ - تجربة 1: لغرض التعرف على مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري تم عزل ميتوكوندري من خلايا كبدة الجرذ باستعمال تقنية الطرد المركزي فائق السرعة، تم



وضع الميتوكوندري المعزولة في وعاء المفاعل الحيوي المغلق بإحكام والمحتوي على محلول منظم، تم قياس كمية الأكسجين داخل الوعاء عن طريق لاقط الأكسجين ضمن تركيب تجريبي مدعم بالحاسوب تمت إضافة مواد أبيض مختلفة عند الأزمنة:

ز<sub>1</sub> = 1 د إضافة الغلوكوز.

ز<sub>2</sub> = 2 د إضافة البيروفيك.

لنتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (1)

حلل المنحنى، ماذا تستنتج حول مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري؟

ب - تجربة 2: يعتبر حمض البيروفيك أحد نواتج التحلل السكري للغلوكوز، أظهر على أي مستوى من الخلية يتم التحلل السكري؟ وماهو مصير حمض البيروفيك؟. نقوم بالتجربة التالية:

لحفر مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على سكر الغلوكوز المشع ( $G^*$ )، نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لاهوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي).

بم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة على فترات زمنية مختلفة، النتائج موضحة في الجدولين (أ و ب) من الوثيقة (2).

$P^*$  = حمض البيروفيك المشع و  $A_1^*$  و  $A_2^*$  و  $A_3^*$  = نواتج مشتقة مشعة من حمض البيروفيك.

الزمن	الوسط	الهيولي	الميتوكوندري	الزمن	الوسط	الهيولي	الميتوكوندري
0 ز	$G^*$			0 ز	$G^*$		
1 ز	$G^*$	$G^*$		1 ز	$G^*$	$G^*$	
2 ز		$P^*$		2 ز	$P^*$	$P^*$	
3 ز		$A_1^* + P^*$		3 ز	$A_1^* + P^*$		
4 ز	$Co_2^*$	$A_2^*$		4 ز	$A_3^*$	$Co_2^*$	

الجدول (أ)

الجدول (ب)

الوثيقة (2)

1. حلل النتائج التجريبية في الجدولين (أ و ب)؟ ماذا تستخلص؟
2. حدد في أي ظرف تم الحصول على الجدولين (أ و ب)؟
3. حدد مصير ومقر تحول حمض البيروفيك في الحالتين؟
4. بتحليل الغلوكوز تدريجيا بوجود أنزيمات خاصة إلى حمض البيروفيك خلال سلسلة من التفاعلات كما يبينه المخطط الموالي (الوثيقة 3).



## تمرين 41:

<p>المرحلة الأولى</p> <p>غلوكوز ↓ غلوكوز 6 فوسفات 2ADP+2Pi → 2ATP 2ATP → 2TH<sub>2</sub> 2 حمض البيروفيك</p>	
<p>المرحلة الثانية</p> <p>حمض البيروفيك ↓ قرين الأنزيم أ T → TH<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> ← أستيل قرين الأنزيم أ</p>	
<p>المرحلة الثالثة</p> <p>أستيل قرين الأنزيم أ ↓ C<sub>4</sub> ← ATP ADP + Pi 2CO<sub>2</sub> 4TH<sub>2</sub> C<sub>6</sub> حمض الليمون 4T</p>	
<p>المرحلة الرابعة</p> <p>12TH<sub>2</sub> + 6O<sub>2</sub> → 12T + 12H<sub>2</sub>O 34 ADP + 34 Pi → 34 ATP</p>	

مثل مخطط الوثيقة المجاورة  
المرحلة الأساسية لهدم الغلوكوز  
المرحلة الحية.

1. حدد المستوى الخلوي  
الذي تتم فيه كل مرحلة من  
المراحل الأربعة.

2. حدد هوية T في المرحلة  
الأولى واكتب التفاعل الذي  
يحدث في مستواه.

3. حدد المراحل المشتركة  
بين التنفس الهوائي والتخمير.

4. ماهو مصير الـ O<sub>2</sub>  
المنفصل في عملية التنفس.

5. أحسب الحصيلة الطاقوية  
لهدم الكلي للغلوكوز.

6. أحسب المردود الطاقوي  
من التنفس والتخمير إذا  
كانت أن مول غلوكوز يحوي

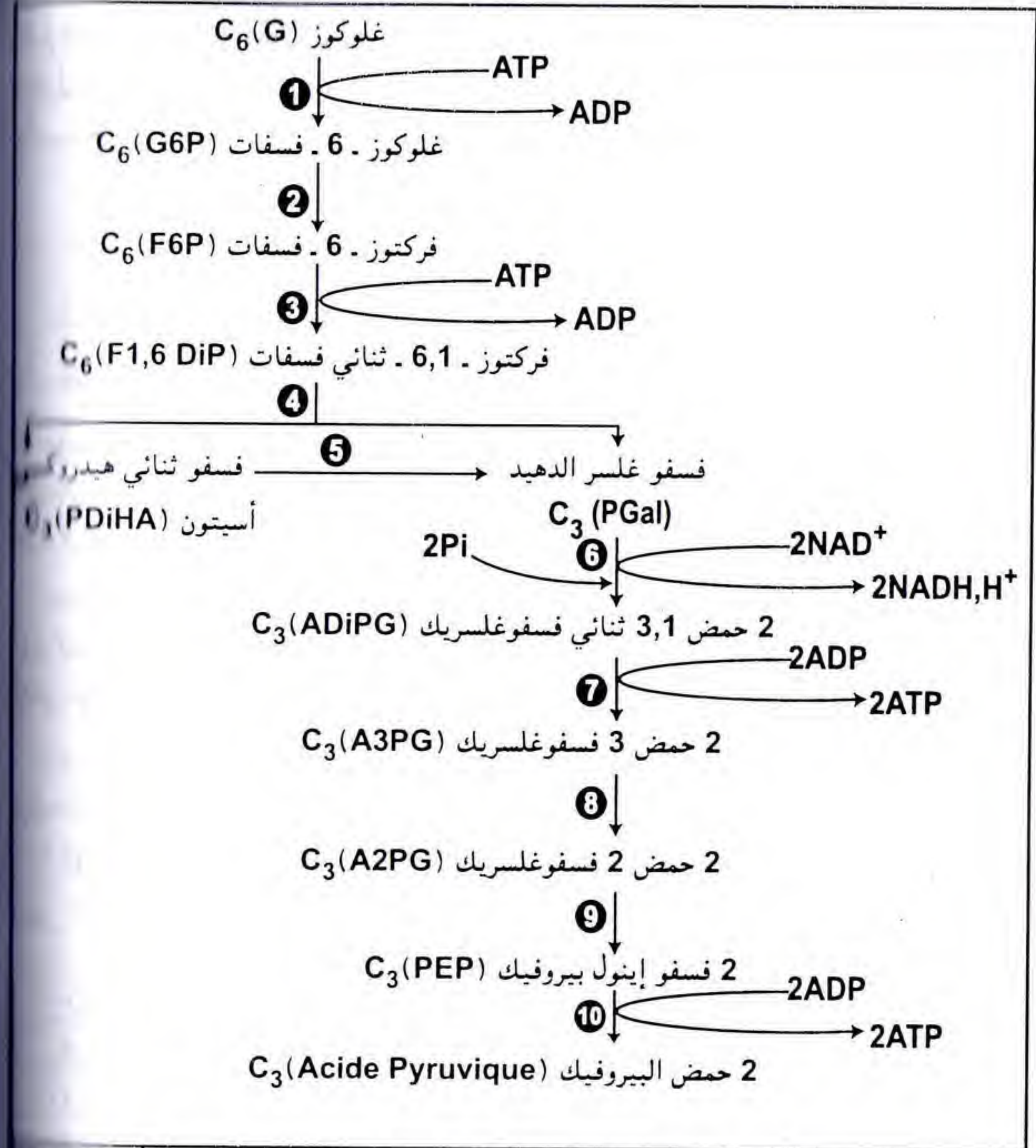
2800 ومول ATP يحوي  
30 كيلو مول.

## تمرين 42:

لمتابعة مراحل تفكك حمض البيروفيك نقدم مايلي:

أ. تم وضع معلق من الميتوكوندري في وسط غني بالأكسجين في جهاز الـ EXAM ثم حقنت كمية من حمض البيروفيك في الزمن (ز).

ب. تم قياس تركيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عن طريق لاقطين، النتائج  
المحصل عليها مبينة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

مخطط يلخص مراحل التحلل السكري في الهيلي

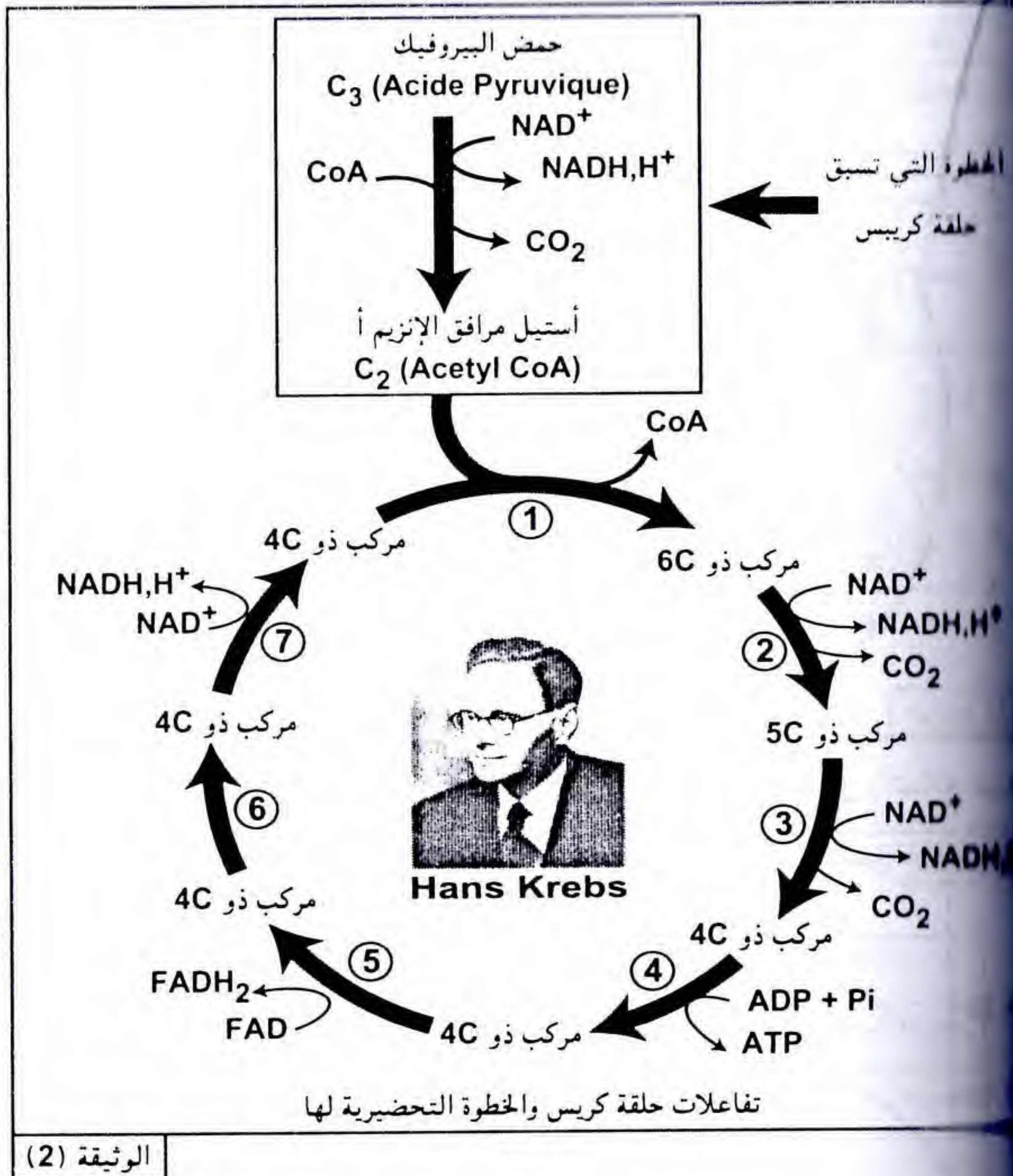
1. مثل التفاعلات 1، 3، 6، 7 و 10 بمعادلات بسيطة؟

2. إستنتج نوع التفاعل الذي حدث في كل حالة إعتقادا على الحالات التالية  
أما ATP، تركيب ATP، تفاعلات أكسدة وإرجاع؟

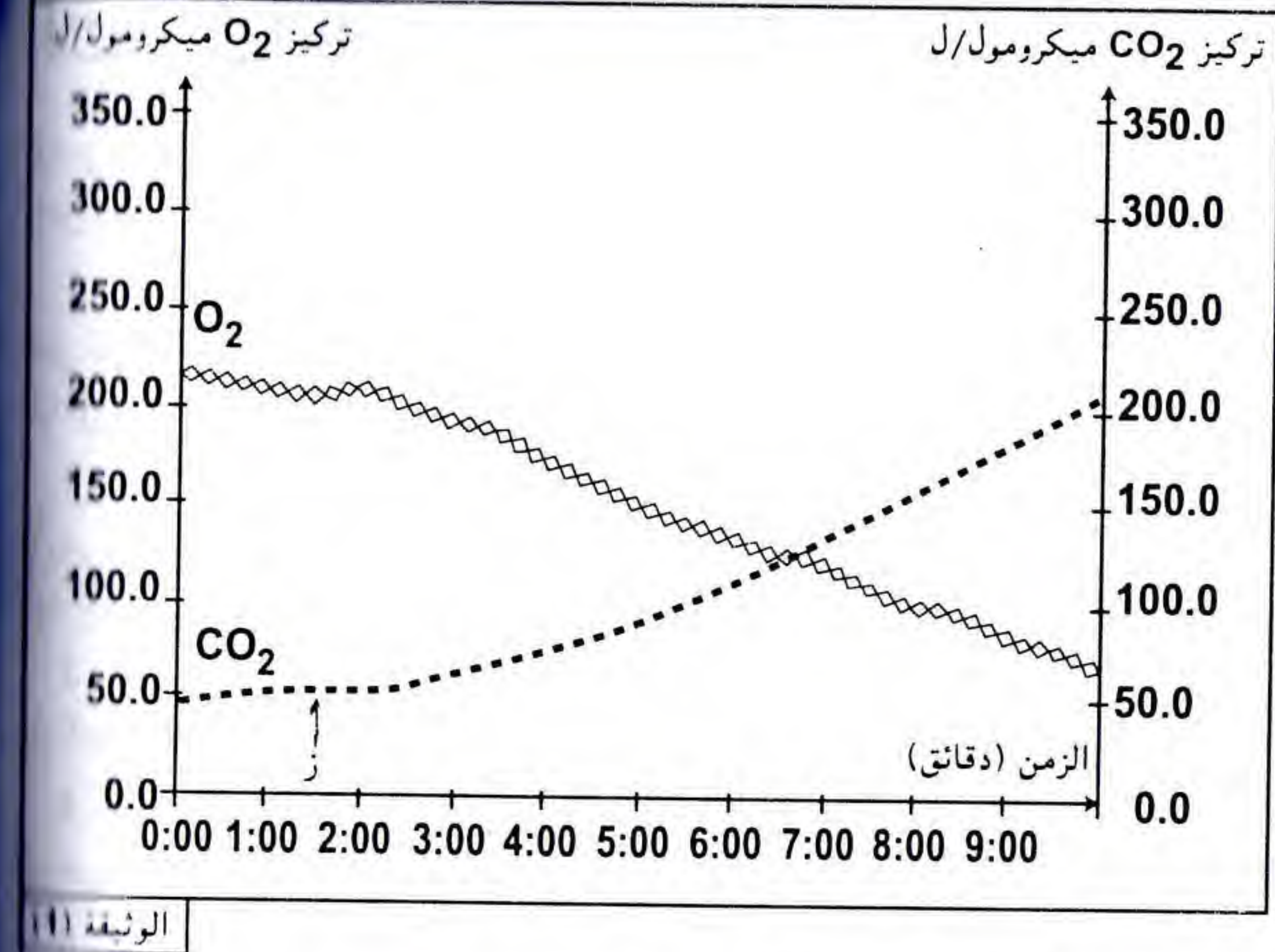
3. هل حصيلة عدد ATP إيجابية أم سلبية؟ علل إجابتك؟

4. لخص تفاعلات التحلل السكري في معادلة إجمالية بسيطة؟

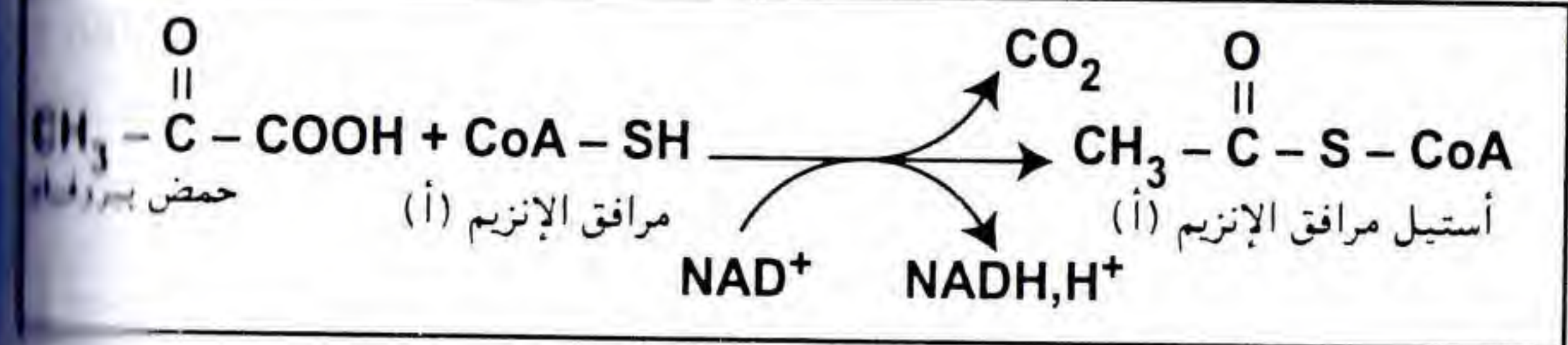




1. استخراج نوع التفاعلات التي حدثت في 1, 3, 4, 5, 6, 8 (تركيب ATP، تفاعلات أكسدة، تفاعلات نزع كربوكسيل تأكسدية).
2. استخراج عدد جزيئات CO<sub>2</sub> المطروحة خلال مراحل الدورة إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة؟
3. حدد عدد ونوع المرافقات الإنزيمية المرجعة خلال مراحل الدورة إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة؟
4. لخص معادلات الوثيقة (2) في معادلة إجمالية بسيطة واحدة.
5. أستنتج الحصيصة الأولية للتحلل السكري وحلقة كريبس إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز (تشمل الحصيصة عدد CO<sub>2</sub>, FADH<sub>2</sub>, NADH, H<sup>+</sup>, ATP).



- حلل منحنى الوثيقة (1)، ماذا تستنتج؟
- ب. بينت التجارب أن تحويل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم (أ)، يتم بواسطة معقد إنزيمي كبير يقوم بنزع الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وفق المعادلة التالية:



- ماذا تمثل هذه الخطوة للمرحلة اللاحقة ولماذا تكتب معها؟
- ج. يدخل الأستيل مرافق الإنزيم (أ) في سلسلة من التفاعلات وذلك خلال دورة كيموحيوية تدعى بحلقة كريبس (نسبة إلى العالم Hans Krebs الذي إكتشفها) وذلك بتدخل مجموعة من الإنزيمات (نازعات الكربوكسيل والهيدروجين، أو نازعات الهيدروجين فقط)؛ تلخص الوثيقة الموالية (الوثيقة 2) أهم مراحل هذه الحلقة بالإضافة إلى الخطوة السابقة في ب.



## تمرين 43:

نريد في هذه الدراسة إظهار بعض جوانب الآلية المؤدية إلى إنتاج الـ ATP من قبل خلايا الخميرة.

1 - تمثل الوثيقة (1) فوق بنية الخميرة التي تستطيع العيش في وسط لاهوائي.

أ - ضع البيانات حسب الترقيم وماذا يمثل العنصر (س).

ب - بين بأن هذه الخلية مأخوذة من وسط هوائي.

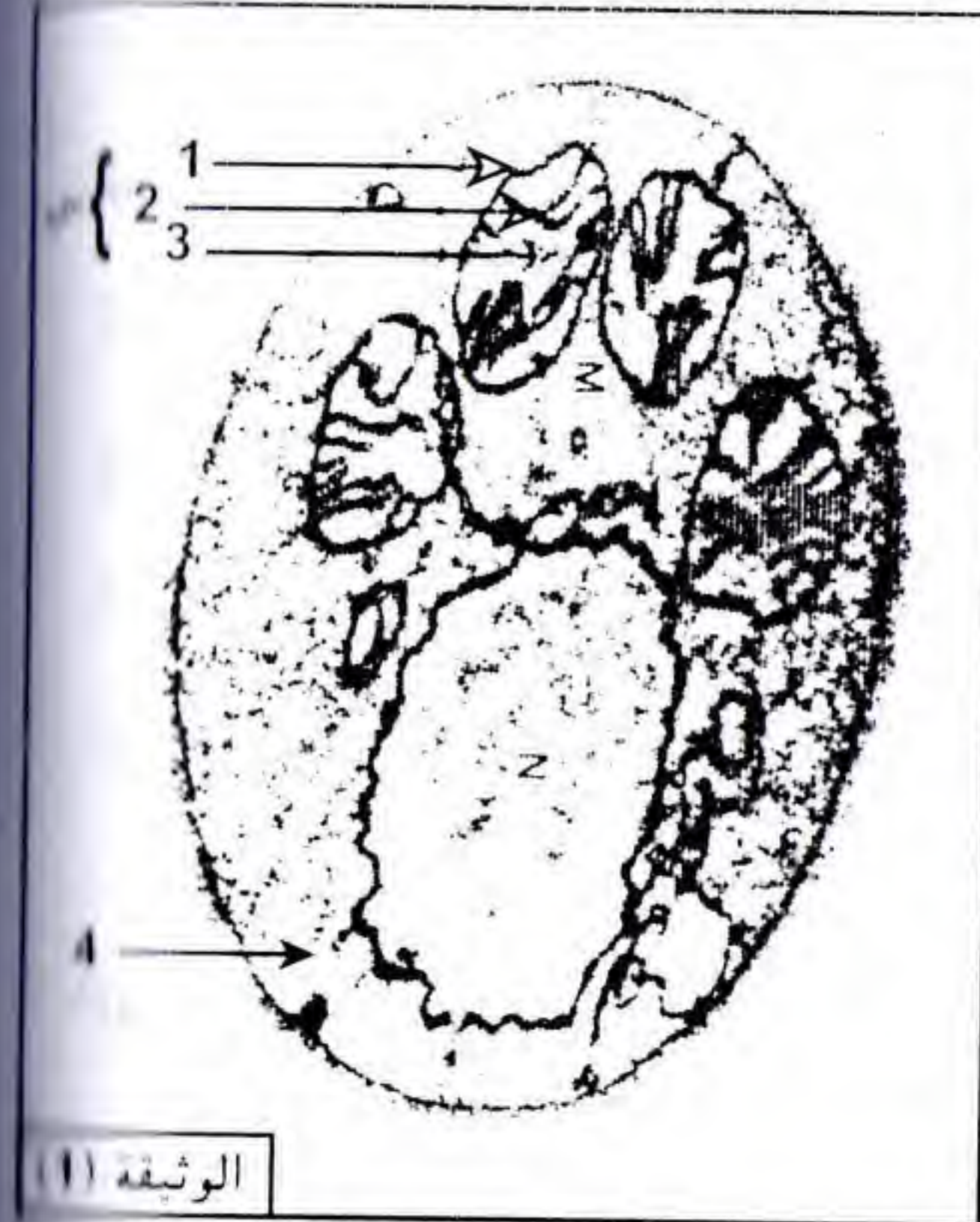
2 - نضع خلايا الخميرة في وسط يحتوي الغلوكوز ضمن حيز مغلق وبواسطة تقنية ملائمة تمكنا من دراسة

تغيرات تركيز كل من فركتوز 1 - 6 فوسفات والـ ATP بدلالة الزمن والنتائج مبينة في منحنيات الوثيقة (2).

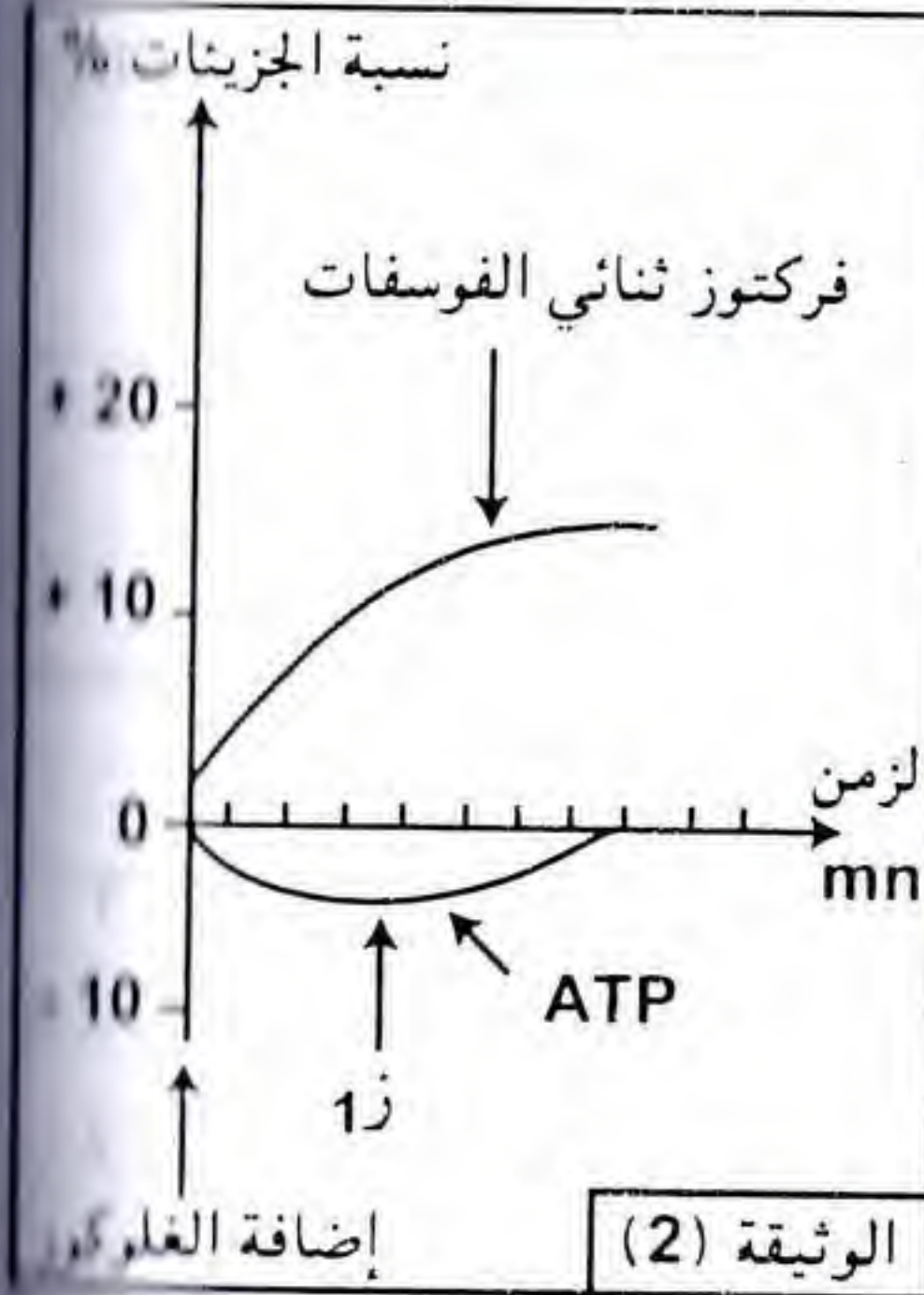
من معطيات الوثيقة ومعلوماتك أكتب المعادلة الكيميائية التي حدثت بين ز 0 - 1، ثم حدد على أي مستوى من خلية الخميرة يتم التفاعل السابق.

3 - عبر بتفاعل كيميائي إجمالي ما يحدث على مستوى كل من العناصر 2، 3 من الوثيقة (1).

4 - لماذا يطلق على التفاعلات التي تحدث على مستوى العنصر 2 بتفاعلات الأكسدة والإرجاع؟



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

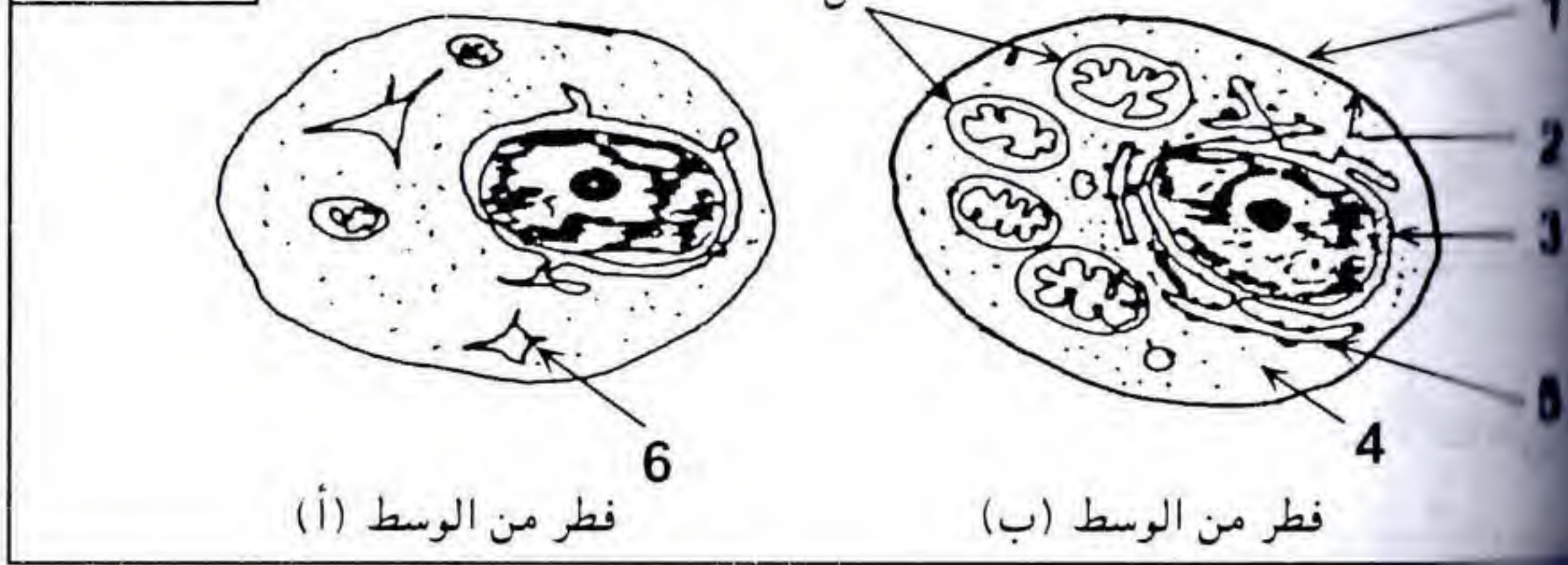
أ - زرعت فطريات الخميرة في وسطين مختلفين (أ، ب)، والوثيقة 1 - تظهر شكلان تخطيطيين أخذنا عن المجهر الإلكتروني لفطر الخميرة من الوسطين المذكورين.

1 - أكتب بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة 1 - .

2 - ماذا يمكنك أن تستنتج من التحليل المقارن للشكلين (أ) و (ب) ؟

3 - حدد إذن الاختلاف بين طبيعة الوسطين (أ) و (ب).

الوثيقة (1)



ب - التحليل الكيميائي للوسطين (أ، ب) مكنا من تسجيل النتائج المدونة في الجدول الموالي:-

المادة (المنتجة - المستعملة)	الوسط - أ -	الوسط - ب -
حجم الأكسجين ( $O_2$ ) المستعمل	0,75 ل	0
حجم ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) الناتج	0,74 ل	0,24 ل
كتلة الإيثانول الناتجة	0	0,46 غ
كتلة الغلوكوز المستعملة	1 غ	1 غ
كتلة الخميرة المنتجة	0,6 غ	0,02 غ

المس نتائج الجدول.

المقارن بين نسبة نمو الخميرة في الوسطين أ، ب.

المقارن المعادلات الكيميائية الإجمالية المناسبة لكل وسط.

## تمرين 44:

الخميرة فطر مجهري وحيد الخلية عديم اليخضور، بنيتة وإنتاجه للطاقة يتغيران حسب وسط حياته.



## تمرين 45:

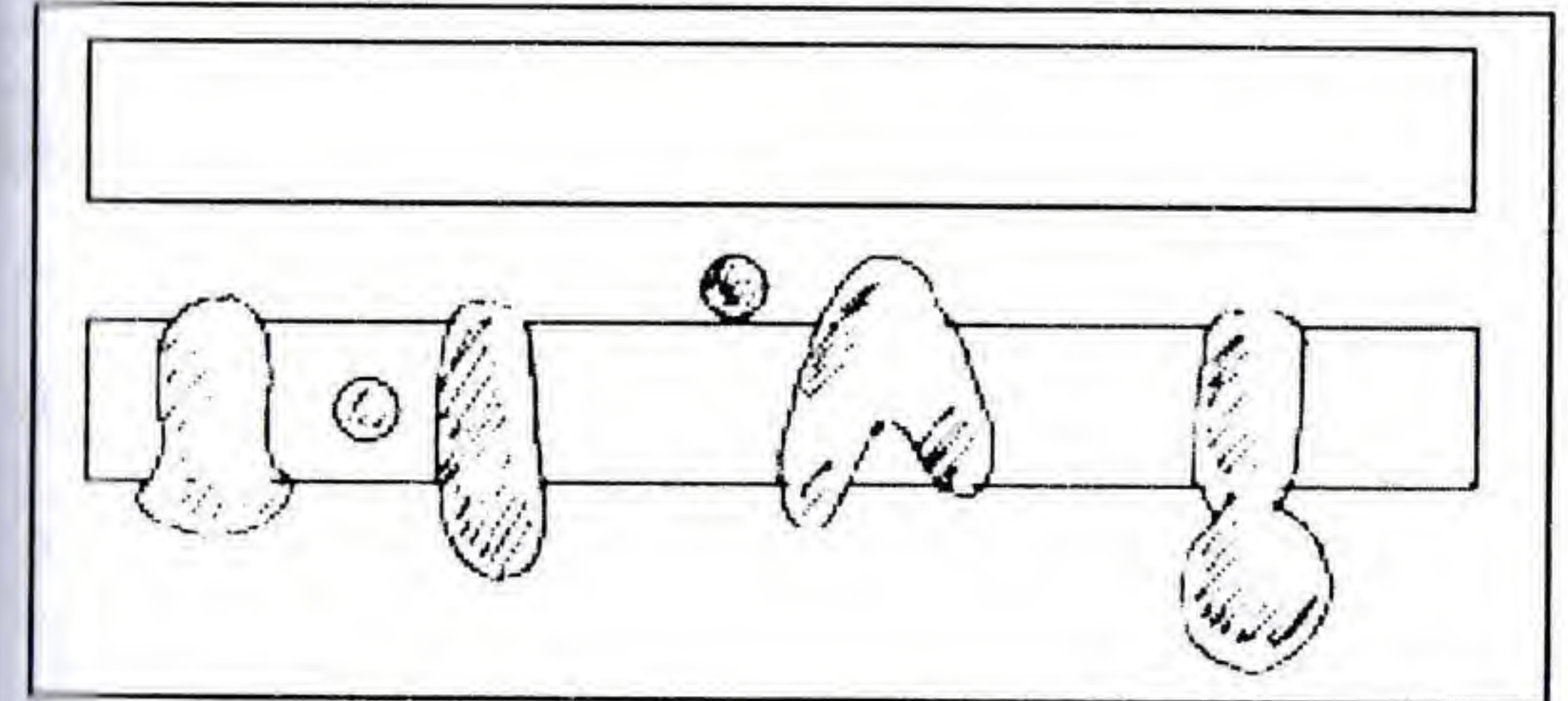
الجزء	التركيب الكيميائي
الغشاء الخارجي	40% فوسفوليبيد 60% بروتينات (تركيب مشابه للغشاء الهوائي)
الغشاء الداخلي	80% بروتينات عدة أنزيمات منها ATPase
المادة الأساسية	عدة أنزيمات. نواقل للإلكترونات و البروتونات. حمض البيروفيك. أستيل مرافق الأنزيم - أ.

يبين الجدول المجاور التركيب الكيميائي لأجزاء من الميتوكوندري.

1 - حسب هذا الجدول ماذا تستنتج فيما يخص الأجزاء الأكثر نشاطا في الميتوكوندري؟

2 - كيف تفسر غياب الغلوكوز في المادة الأساسية علما أنه هو المادة الأيضية الأساسية في التنفس الخلوي؟

3 - أ. ما هي العلاقة بين النواقل الموجودة في المادة الأساسية و أنزيمات الغشاء الداخلي ب. وضع هذه العلاقة باستعمال رسم الوثيقة الموالية بعد إعادة نقله و كتابة البيانات عليه



## تمرين 46:

أ. مكنت الدراسات المختلفة من تحديد آلية حدوث الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري والوثيقة (1) تلخص مراحل هذه الآلية:

1 - باستغلال معطيات الوثيقة (1) حدد الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية، معتمدا على قيم كمون الأكسدة الإرجاعية.

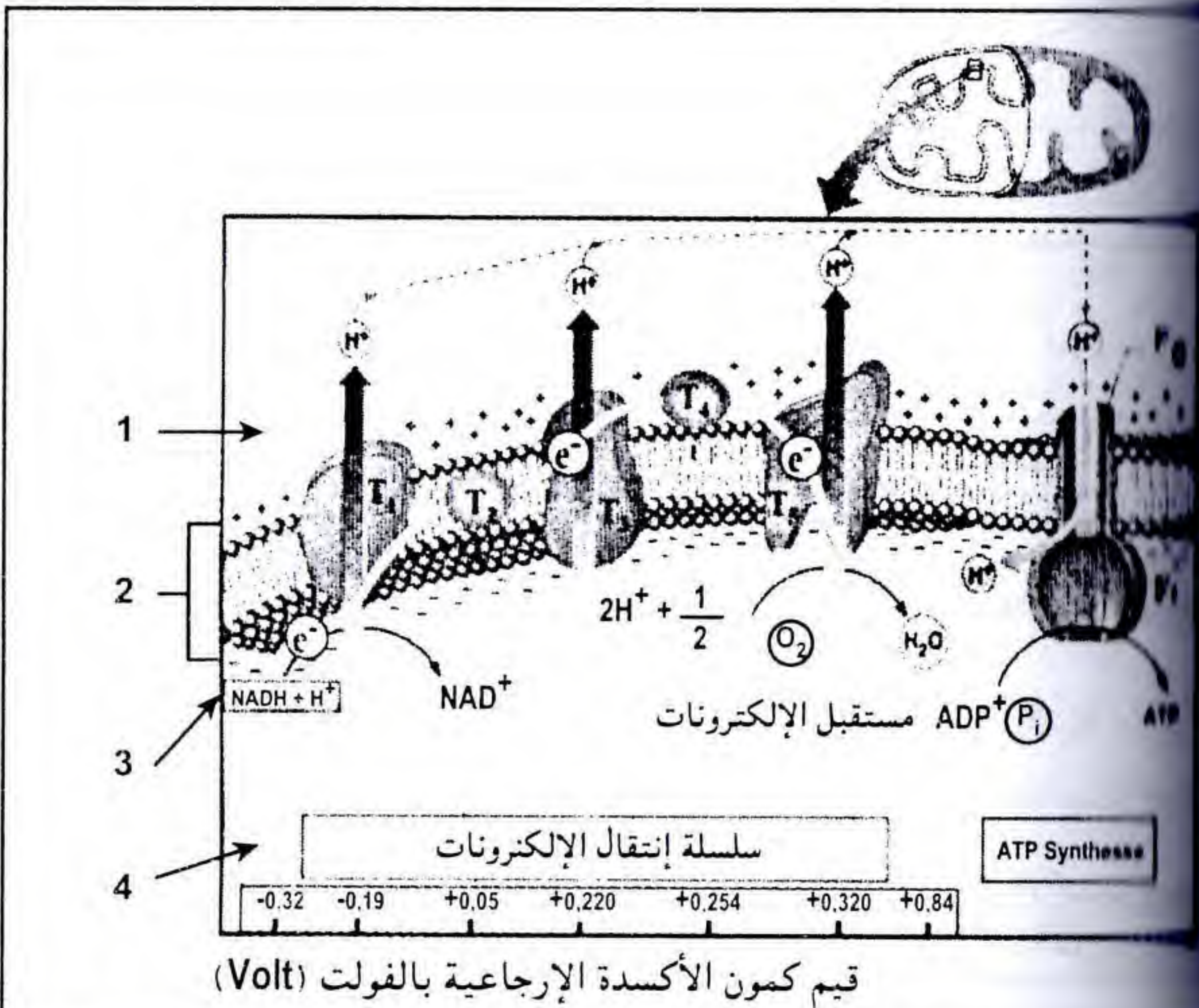
2 - علل إنخفاض pH خارج الميتوكوندريا بالاستعانة بمخطط الفسفرة التأكسدية؟

3. أحسب فرق كمون الأكسدة الإرجاعية بين الشائيتين  $NAD^+/NADH, H^+$  القابل  $T_2$ . ماذا تستنتج؟

4. إذا علمت أن هذا الفرق في الكمون يمثل طاقة متحررة، فيما تستعمل هذه الطاقة مستعينا بمخطط الفسفرة التأكسدية؟

5. حدد المستقبل الأخير للإلكترونات في السلسلة التنفسية؟

6. ضع البيانات على الوثيقة 1 حسب الترقيم؟



الوثيقة (1)

رسم تخطيطي يوضح آلية الفسفرة التأكسدية

ب. إذا علمت أن الطاقة المتحررة من أكسدة  $NADH, H^+$  تعادل  $3ATP$  وأن الطاقة المتحررة من أكسدة  $FADH_2$  تعادل  $2ATP$ ، أحسب الحصلة الطاقوية القابلة للاستعمال (عدد ATP) الناتجة من هدم جزيئة من الغلوكوز في الوسط الهوائي؟

ج. تمثل الوثيقة (2) رسما تخطيطيا يوضح مختلف تفاعلات تحويل الطاقة المتاحة إلى طاقة قابلة للاستعمال في وسط هوائي.



3. نزرع نسيجاً حيوانياً في محلول غلوكوز وفي جو أزوتي ( $O_2$  من)،  
الاهبط وجود حمض اللبن في الوسط.

فسر هذه الملاحظة، واستنتج مصير الغلوكوز في الخلايا الحيوانية والنباتية.

4. الجدول التالي يبين التجارب التي أجريت على عينات من الخميرة (كائن حي  
عادي الخلية تنعدم به الصانعات الخضراء) هذه العينات وضعت في أوساط متغيرة  
في تجربة أخرى.

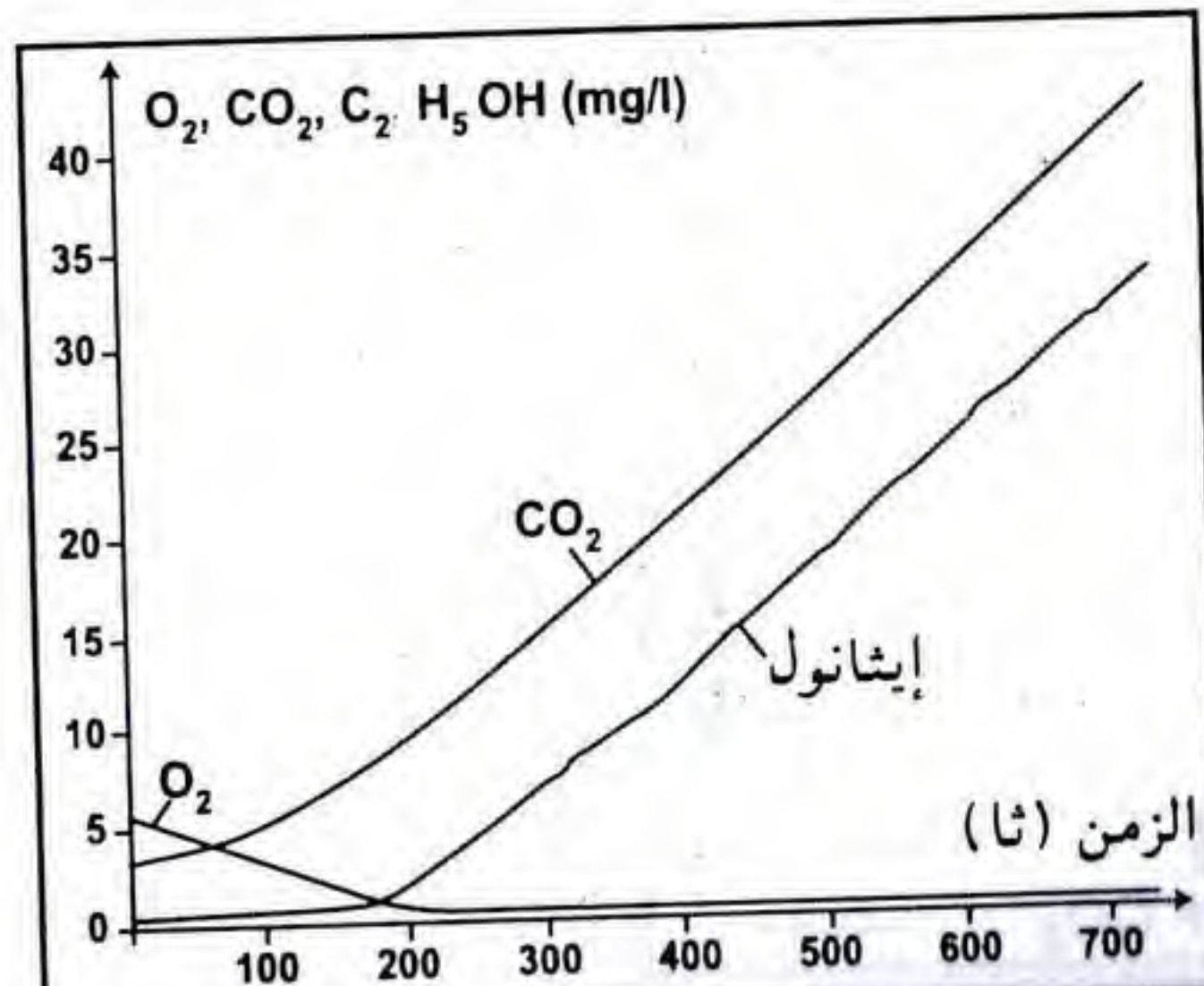
رقم التجربة	تركيب الوسط إين وضعنا الخميرة	المنتجات المحصل عليها
1	وسط به $O_2$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $C^*O_2$
2	وسط به $O_2$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6^*$	طرح $C^*O_2 + C^*O_2$
3	وسط به $O_2$ و $H_2O^* + C_6H_{12}O_6^*$	طرح $CO_2^*$
4	وسط به $O_2^*$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^*$
5	وسط به $O_2^*$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6^*$	طرح $CO_2 + H_2O^* + H^*_2O^*$
6	وسط به $O_2^* + H^*_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^* + H^*_2O^*$
7	وسط به $O_2^* + H^*_2O + C_6H_{12}O_6^*$	طرح $CO_2 + H^*_2O^*$

\* يشير إلى الإشعاع

أ. من كل تجربة إستخرج العلاقة بين المواد المستهلكة والمواد المطروحة.

ب. أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية التي تعبر عن هذه الظاهرة؟ ماهو مقرها؟

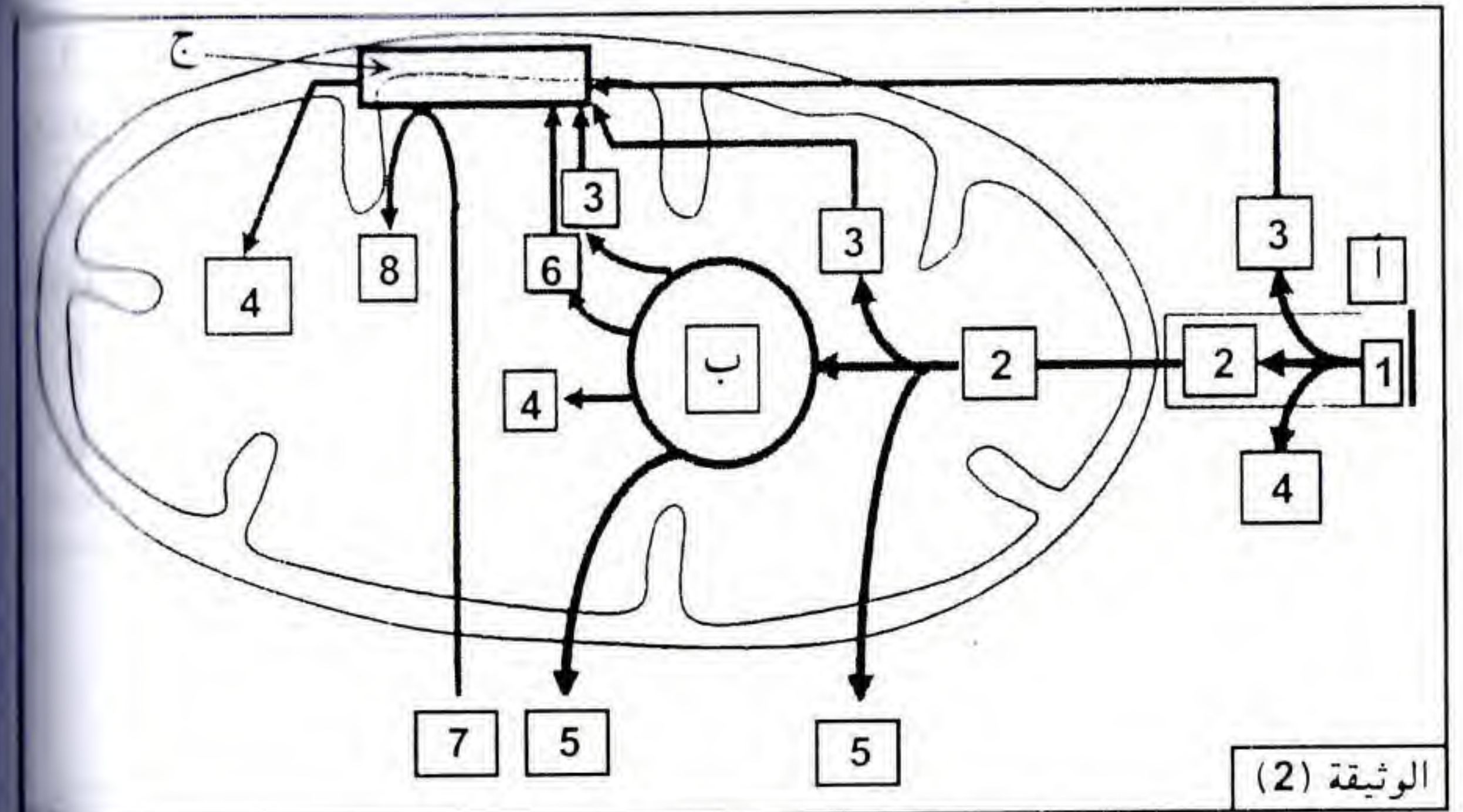
#### تمرين 48:



الوثيقة (1)

أ. في هذه الدراسة التوصل إلى  
نقص حمض البيروفيك بغياب  
الأكسجين، من أجل ذلك نقوم بما يلي

ب. باستخدام جهاز الـ EXAO  
نلاحظ بلاقط لـ  $O_2$  وآخر لـ  $CO_2$   
لنقيس الإيثانول، يتم وضع  
خميرة الخبز في وسط غني  
بـ  $CO_2$ ، نتائج التجربة موضحة في  
الوثيقة (1).



الوثيقة (2)

إنطلاقاً من المعلومات المتوصل إليها ومعلوماتك:

1. ضع عنواناً للوثيقة (2).

2. أكتب بيانات الوثيقة (2).

3. ماذا تمثل الأحرف (أ، ب، ج)؟

د. أنجز مخططاً تلخص فيه مجموع الظواهر السابقة لتحويل الطاقة الكيميائية  
في الوسط الهوائي.

#### تمرين 47:

1. تعالج خلايا حيوانية بأخضر جانوس الممدد (أخضر في حالة الأكسدة وفي  
اللون في حالة الإرجاع)، نلاحظ زوال لون أخضر جانوس في كل أجزاء الخلية، ما هذا  
في مستوى المصورات الحيوية (الميتوكوندريات).

ماذا تستنتج فيما يخص مقر الأكسدة الخلوية؟

2. إن قياس الشدة التنفسية لخميرة الخبز الموجودة في محلول سكري عند إضافة  
حمض الفسفور  $H_3PO_4$  يعطي النتائج التالية:

- إزدیاد الشدة التنفسية.

- نقص كمية الغلوكوز وحمض الفسفور في الوسط.

وعند استخدام الفوسفور المشع بشكل حمض فسفور مشع يلاحظ أن الفوسفور  
يتثبت على الغلوكوز داخل الخلية. - ماذا تستنتج؟



ب. يتطلب استمرار التحلل السكري تجديد الـ NAD<sup>+</sup> من الـ NADH. 2 H<sup>+</sup>، وذلك عن طريق تحويل الإيثانول إلى أسيتالدهيد (إيثانال) وإنتاج 2 ATP.

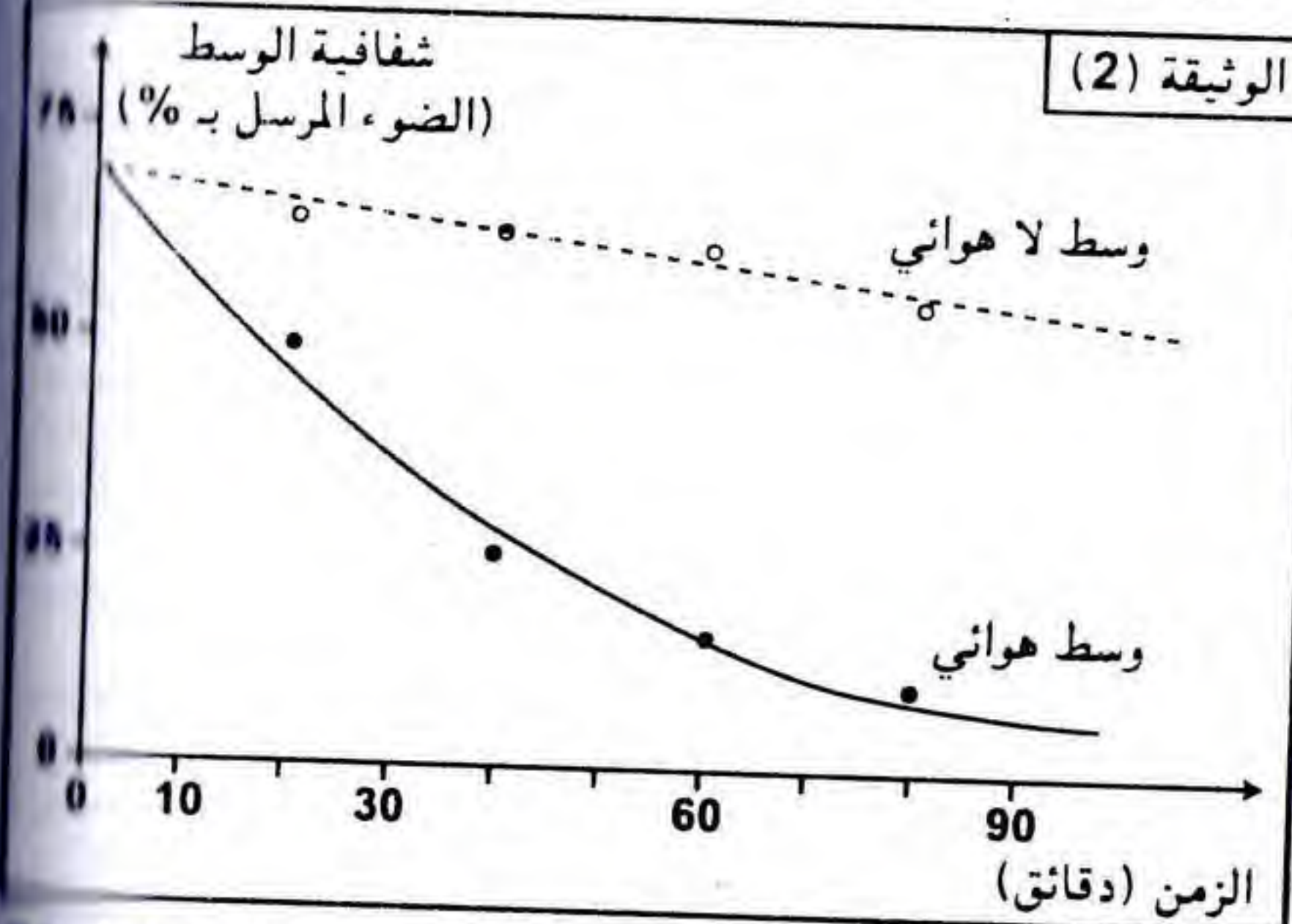
1. كيف يتم تجديد المرافقات الإنزيمية لاستمرار التحلل السكري؟  
2. كيف يتم إنتاج ATP خلال عملية التخمير؟

2. قارن آلية تجديد المرافقات الإنزيمية في كل من التنفس والتخمير.  
3. باستغلال المعطيات السابقة مثل بمعادلة إجمالية بسيطة ظاهرة التخمير إنطلاقاً من هيكلة غلوكوز واحدة.  
4. إليك الوثيقة (5) إعتامداً على ماسبق ومعلوماتك أجب عن الأسئلة:

1. ضع عنواناً للوثيقة (5).  
2. أكتب بيانات الوثيقة (5).  
3. ماذا يمثل الحرفان (أ، ب)؟

ج. حلل المنحنى، ماذا تستنتج؟

ب. تجربة: تم توزيع معلق من خميرة الخبز في محلول من الغلوكوز (0,2 غ/ل من



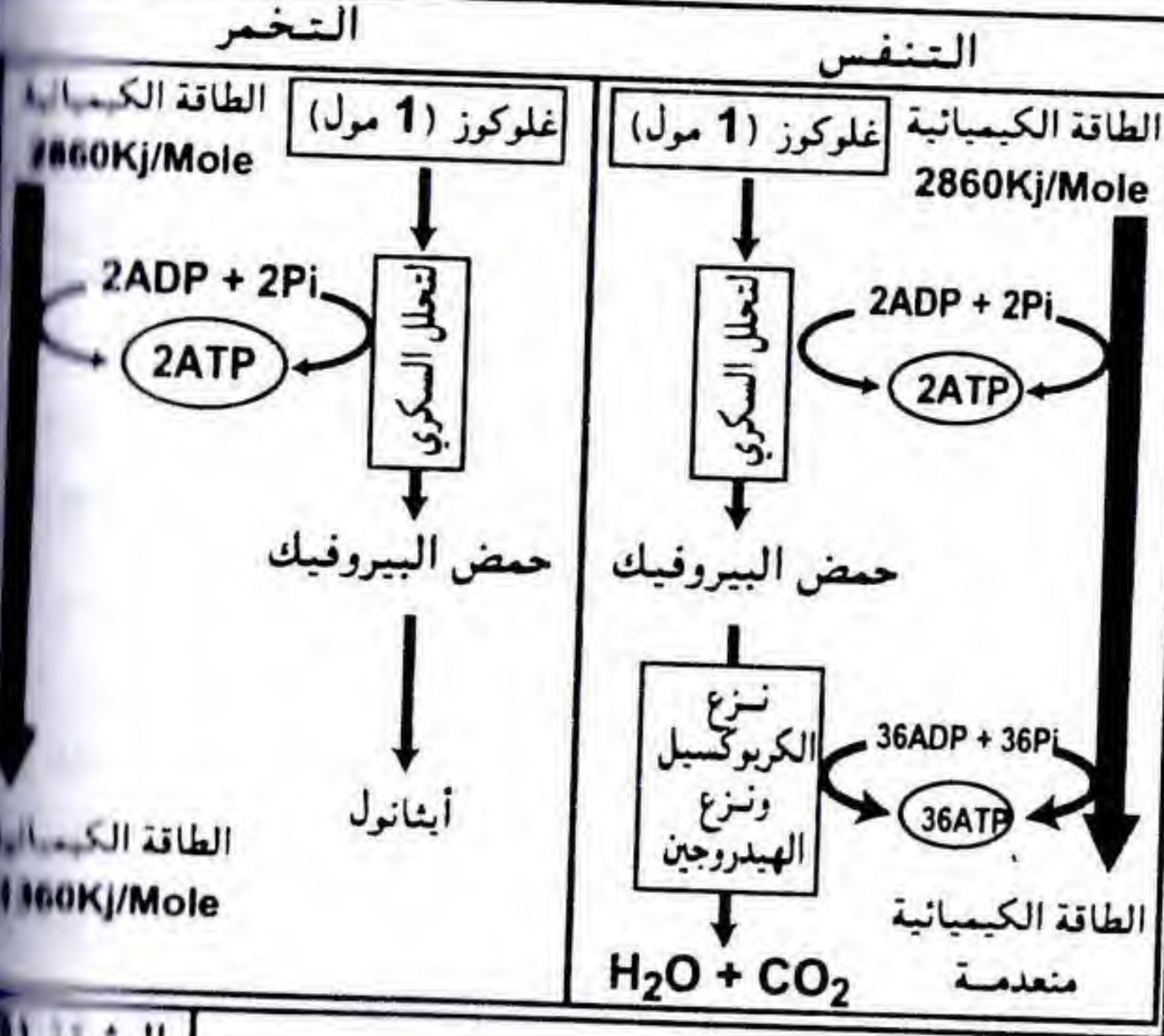
الخميرة و 5 غ/ل من الغلوكوز) في إناءين موضوعين في حمام مائي في 30° م.

يتم تهوية الإناء الأول باستمرار لتوفير الأكسجين، تستهلك الخميرة في الإناء الثاني الأكسجين المتواجد في بداية التجربة (يصبح الوسط

بعد ذلك لا هوائياً)، نأخذ عينات من الوسط على فترات زمنية منتظمة (كل 10 دقيقة) لقياس تطور كتلة الخميرة والنتائج في منحنيات الوثيقة (2).

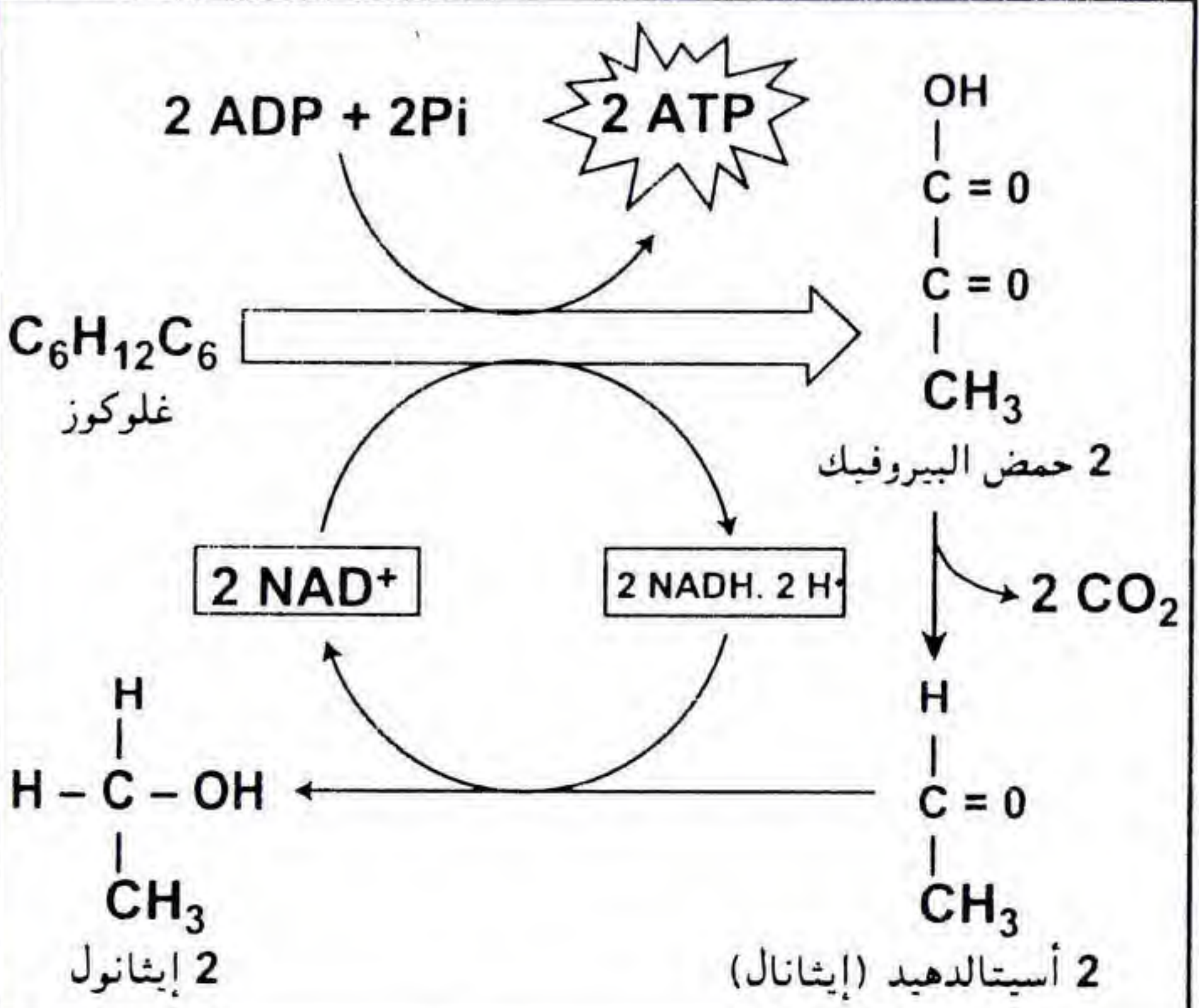
يرتكز هذا القياس على مبدأ بسيط حيث أن شفافية الوسط تقل بزيادة عدد الخلايا في وحدة الحجم.

1. حلل نتائج التجربة، ماذا تستنتج حول مردود إنتاج الخميرة في الحالتين؟  
2. قارن بين تطور كتلة الخميرة في الوسطين (هوائي ولا هوائي)؟ علل ذلك؟

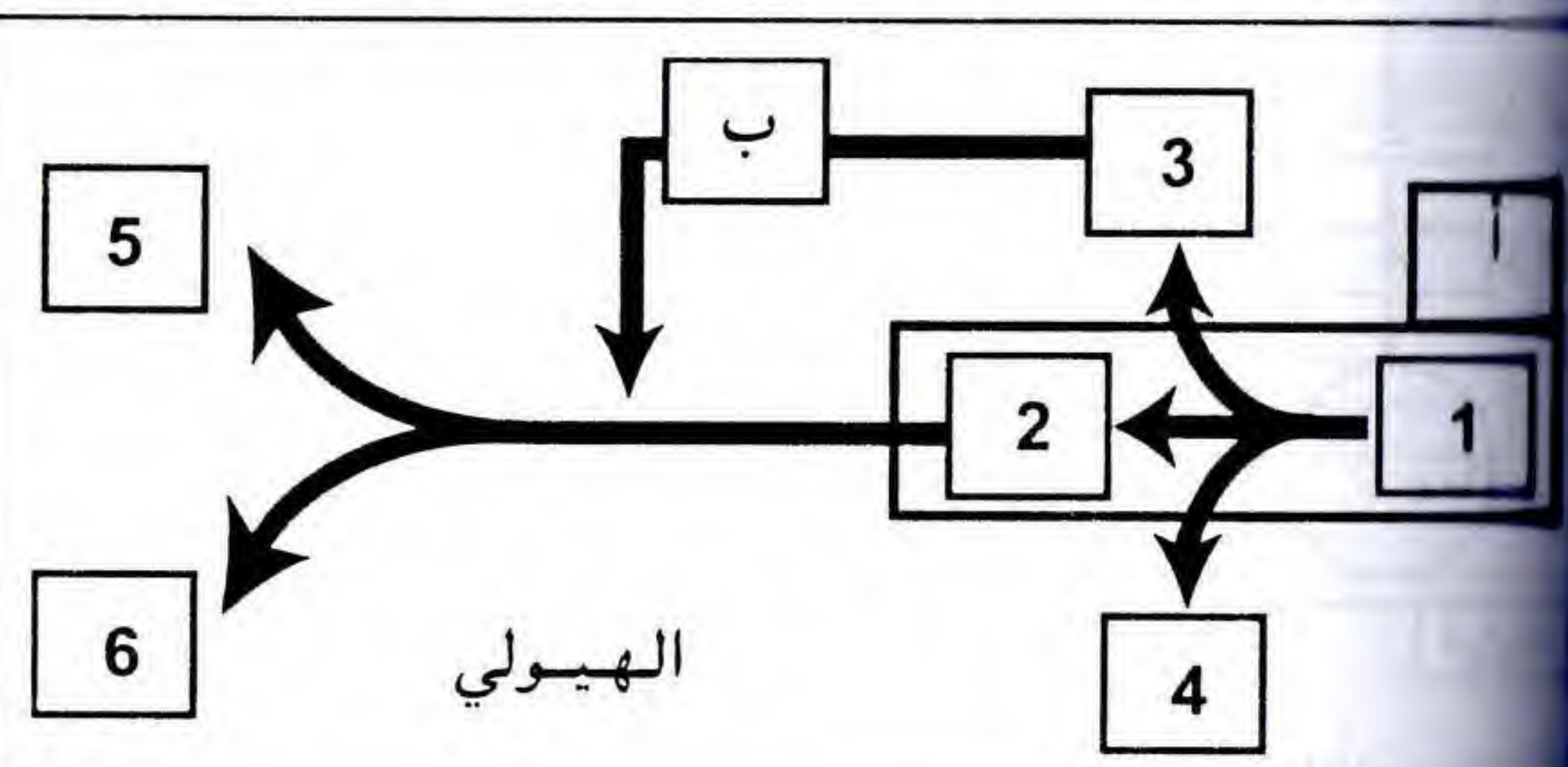


ج. يعتبر كل من التنفس والتخمير ظاهرتان تعملان على تحرير الطاقة ولكن مردودهما جد مختلف كما تبينه الوثيقة (3).

حدد كمية الطاقة الناتجة عن هدم جزيئة واحدة من الغلوكوز أثناء كل آلية.



الوثيقة (4)



الوثيقة (5)



## تمرين 49:

1 - يوضح الجدول الممثل بالوثيقة (1) تغيرات إستهلاك  $O_2$ ، وتغيرات تركيب الدم المعبر عنها بكمية حمض اللبن المتشكل وذلك أثناء جهد عضلي لعضلات مزودة باستمرار بالأكسجين، تبعا لتغير شدة الجهد المبذول عند شخص بالغ يزن 70 كلغ.

الجهد كج / د	إستهلاك $O_2$ ل / د	حمض اللبن غ / ل
44	2,17	أثار
52	2,8	أثار
58,2	3,01	أثار
68	3,04	1,958
79,5	3,04	13,43
92	3,04	26,8
101	3,04	37,66

الوثيقة (1)

أ - فسر ظهور حمض اللبن في الدم بكميات كبيرة رغم الإستهلاك المستمر للأكسجين من طرف الخلايا العضلية.

ب - إستنتج الظاهرتين الحيويتين اللتين حدثتا أثناء الجهد العضلي مع التعليل، ام عبر عن الظاهرتين بمعادلتين إجماليتين.

2 - مكنت الدراسات التجريبية من إعداد المخطط البيوكيميائي الممثل في الوثيقة (2).  
أ - أتم هذا المخطط البيوكيميائي وذلك ب:  
تسمية مختلف مراحلها وتحديد مقرها على المخطط.

تمثيل الأحداث التالية :

- ♦ نزع الكربوكسيل من المادة الأيضية.
- ♦ نزع الهيدروجين من المادة الأيضية.
- ♦ تشكيل الـ ATP.

ب - بعد تكملة المخطط البيوكيميائي السابق حدد عليه موقع الظاهرتين البارزتين في (1 - ب).  
3 - الوثيقة (3) تلخص تجربة أنجزت بهدف تحديد شروط حدوث الآلية الطاقوية المدروسة.

## المبدأ التجريبي

المرحلة	الشروط التجريبية			النتيجة
	أ	ب	ج	
1	PH = 7	PH = 7	موجودة	عدم تشكل ATP
2	PH = 7	PH = 4	موجودة	تشكل ATP
3	Oligomycine + PH = 7	PH = 4	موجودة	عدم تشكل ATP
4	PH = 7 ، غياب ADP و Pi	PH = 4	موجودة	عدم تشكل ATP
5	FCCP + PH = 7	PH = 4	موجودة	عدم تشكل ATP

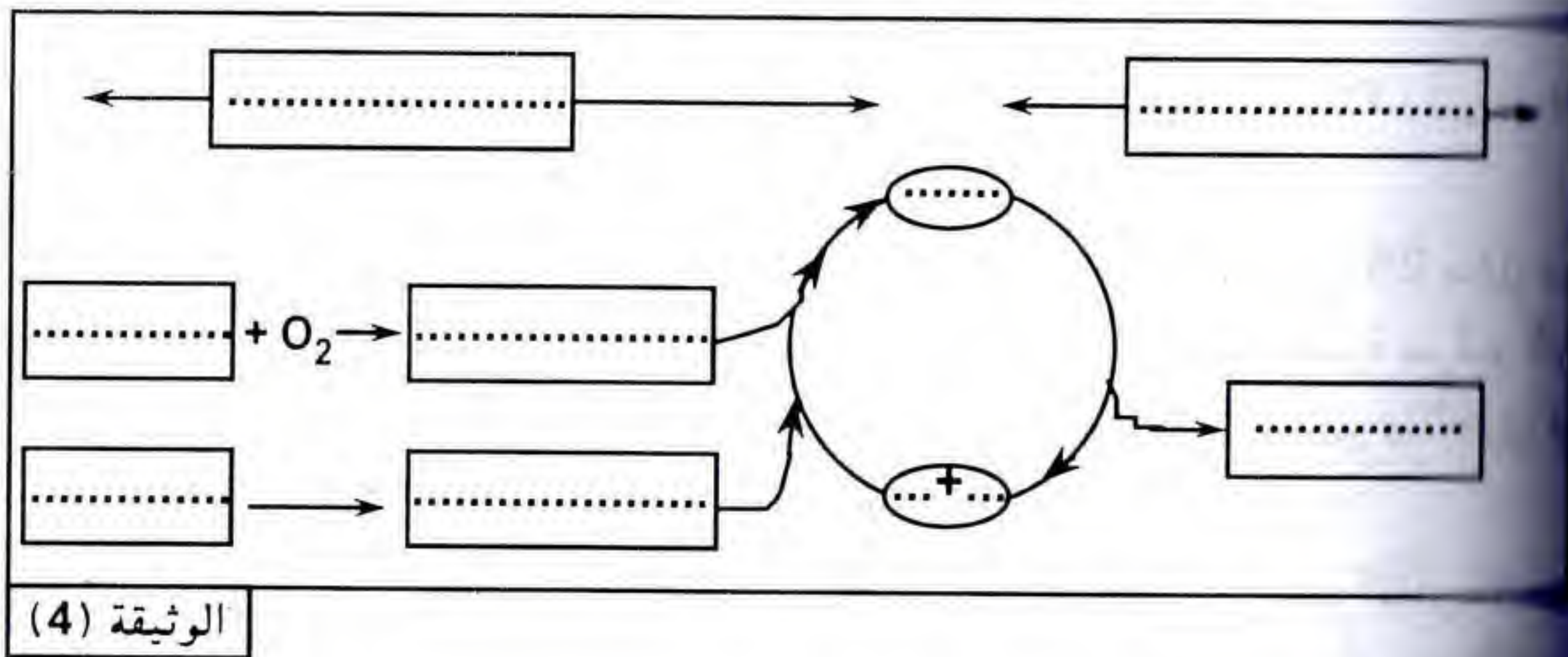
الغنية خاصة نتحصل على حوصلات مشكلة من العنصر الغشاء الداخلي للميتوكوندري لجرى على معلق لهذا الحوصلات التجربة المسجلة في الجدول المرافق  
Oligomycine : مادة مثبطة للنشاط الإنزيمي.  
FCCP : مادة تجعل الغشاء نفوذ للبروتونات.

الوثيقة (3)

أ - فسر النتائج المحصل عليها.

ب - إستخرج شروط حدوث الآلية الطاقوية.

4 - يلخص المخطط التالي (الوثيقة 4) العلاقة بين المظاهر الطاقوية التي تحدث على المستوى الخلوي. (هدم وبناء).



الوثيقة (4)

إذا علمت بأن المخطط أنجز لدى خلايا الخميرة واعتمادا على ماسبق ومعلوماتك :  
أ - أعد رسم المخطط مع إتمامه بالمعلومات المناسبة.

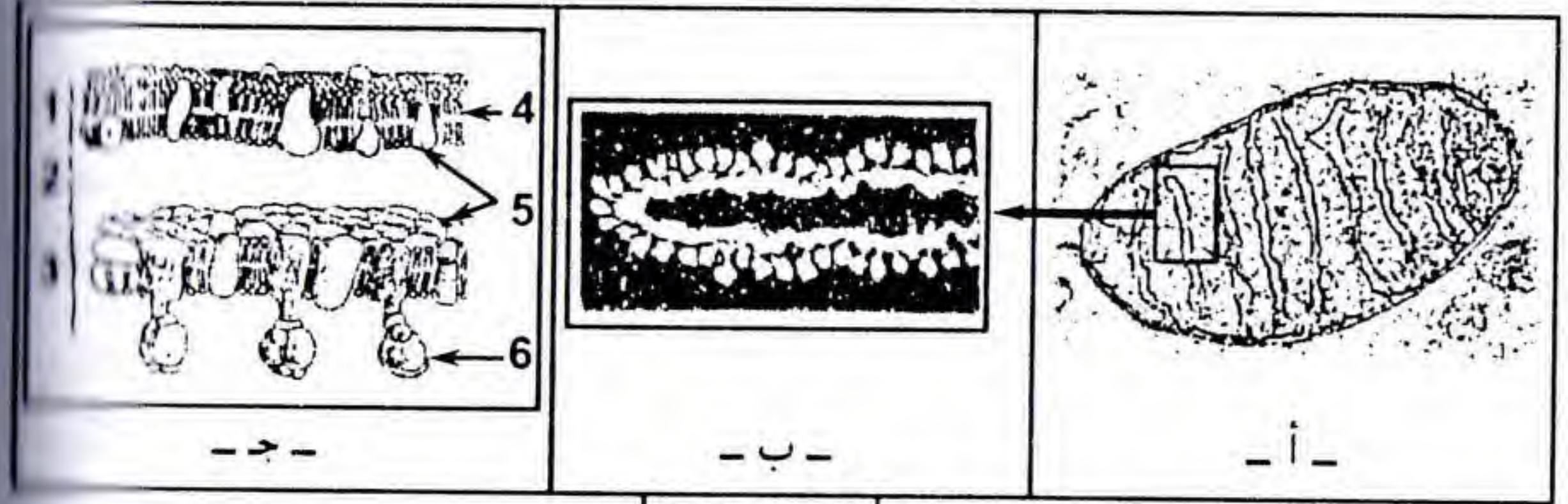
ب - ماهي أهمية العامل الوسيط الذي يتدخل في تدفق وتحويل الطاقة على المستوى الخلوي.



## تمرين 50:

إن حياة الخلية مرتبطة بتبادل مستمر للمادة والطاقة مع محيطها، وفي إطار معالجة الجانب الطاقوي في حياة الخلية تمت الدراسات التالية:

1 - سمحت الملاحظة المجهرية لبعض مكونات الخلية من جهة والتحليل الكيميائي لهذه المكونات من جهة أخرى بالحصول على الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

1 - إعتماذا على محتوى الوثيقة (1) ماذا تمثل الأشكال أ، ب، ج ؟

2 - صف البنية الممثلة بالشكل (أ).

3 - ضع بيانات الشكل (ج) وقارن بين العنصرين (1) و (3)، ثم فسر أوجه الاختلاف الملاحظة.

II - إن خميرة الجعة (البيرة) قادرة على التكيف مع محيطها باختلاف شروط هذا المحيط، وهذا ما تظهره التجربة التالية :

حضرنا مزرعتين لخميرة الجعة (م<sub>1</sub>، م<sub>2</sub>)، تحتوي كل مزرعة على 25 ملل من محلول الغلوكوز بتركيز 10 غ/ل، مضاف إليه 25 ملل من معلق الخميرة بتركيز 0,4 غ/ل، نضع المزرعتين في درجة حرارة 30° م إحداهما في وسط هوائي والأخرى في وسط لاهوائي، النتائج المحصل عليها مدونة في الوثيقة (2).

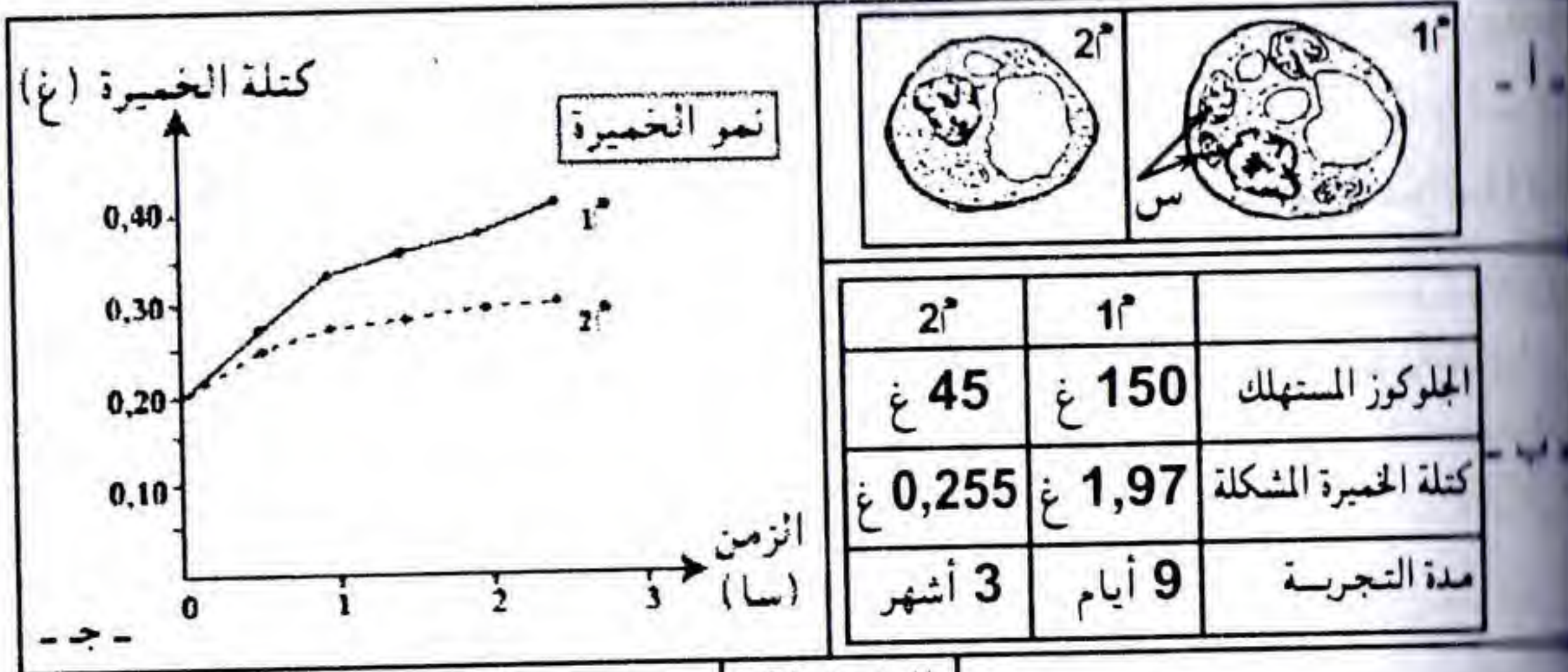
1 - قارن بين بنيتي الخميرة في الشكل (أ) وماذا تستخلص من هذه المقارنة ؟

2 - باستغلال جدول الوثيقة (2) (الشكل ب) حل نتائج متابعة نمو الخميرة في الوسطين.

3 - قدم تحليلا مقارنا للمنحنين م<sub>1</sub>، م<sub>2</sub> في الشكل (ج) من الوثيقة 2.

4 - فسر العلاقة بين نمو الخميرة وبنيتها في كل من الوسطين.

5 - ماذا تستخلص حول قدرة الخميرة على التكيف مع محيطها ؟

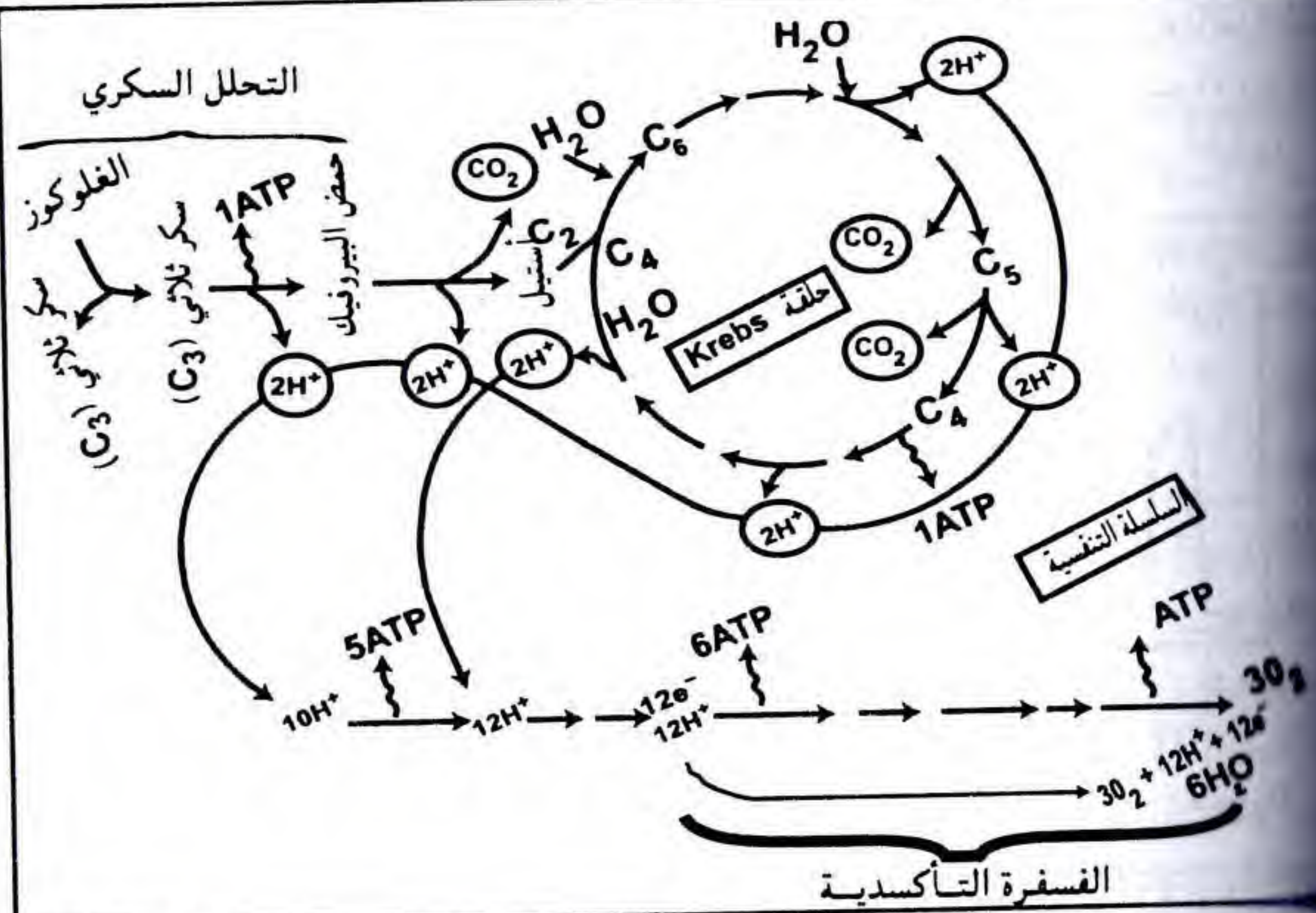


الوثيقة (2)

## تمرين 51:

إن الأحماض الأمينية عندما ترتبط مع بعضها بروابط بيتيدية أثناء تركيب البروتينات تحتاج إلى طاقة مصدرها ال ATP.

الوثيقة (1) تمثل بعض التفاعلات التي تحدث على مستوى الخلايا الحية لإنتاج ال ATP.



الوثيقة (1)

أ - حدد المقر الخلوي لحدوث تفاعلات:

1. التحلل السكري، حلقة كريبس، الفسفرة التأكسدية.

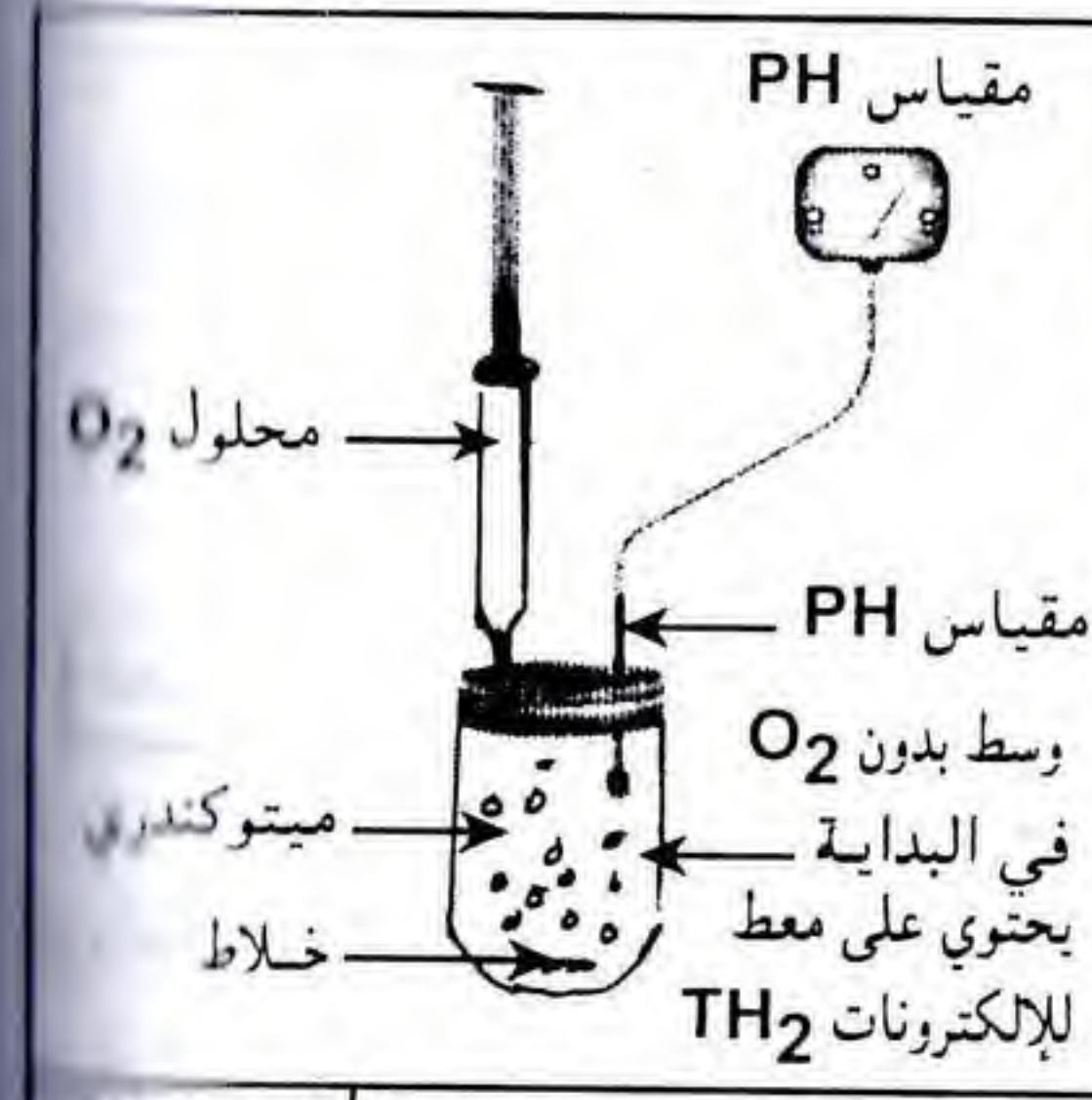


ب - أحسب عدد جزيئات الـ ATP و  $CO_2$  المتشكلة عند استعمال مول واحد غلوكوز.

ج - أكتب المعادلة الإجمالية لكل تفاعل من التفاعلات الثلاث المذكورة في السؤال (أ).  
2 - لتحديد بعض الظروف الضرورية لإنتاج الـ ATP على مستوى الميتوكوندري إليك المعطيات التالية: نحضر التركيب التجريبي في الوثيقة (2) ثم نقوم بقياس

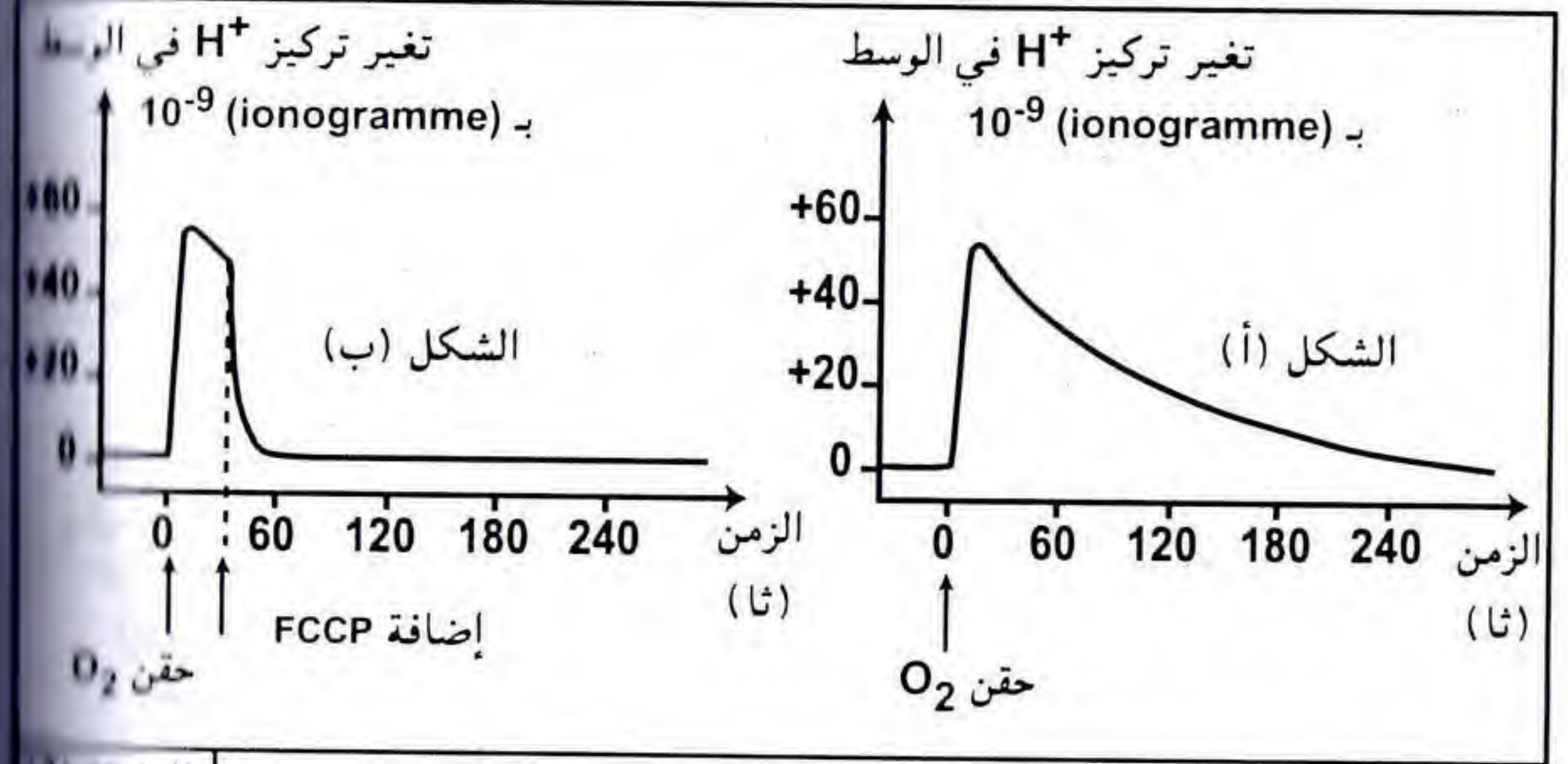
تركيز البروتونات  $H^+$  في الوسط وذلك في الحالتين التاليتين:

الحالة الأولى: بعد إضافة الـ  $O_2$  للوسط.  
الحالة الثانية: بعد إضافة الـ  $O_2$  للوسط ثم مادة FCCP (تجعل الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذ للبروتونات)  
إن الشكلان أ، ب من الوثيقة (3) يمثلان النتائج المحصل عليها.



الوثيقة (2)

في الحالة الطبيعية وبوجود الـ  $O_2$  نلاحظ أن سرعة النقل الغشائي للبروتونات تكون مرتفعة عندما يرتفع تركيز مستقبل الهيدروجين في حالة الإرجاع في الحشوة، وتركيز البروتونات يرتفع في الحيز الموجود بين الغشاءين للميتوكوندري وينخفض في الحشوة.



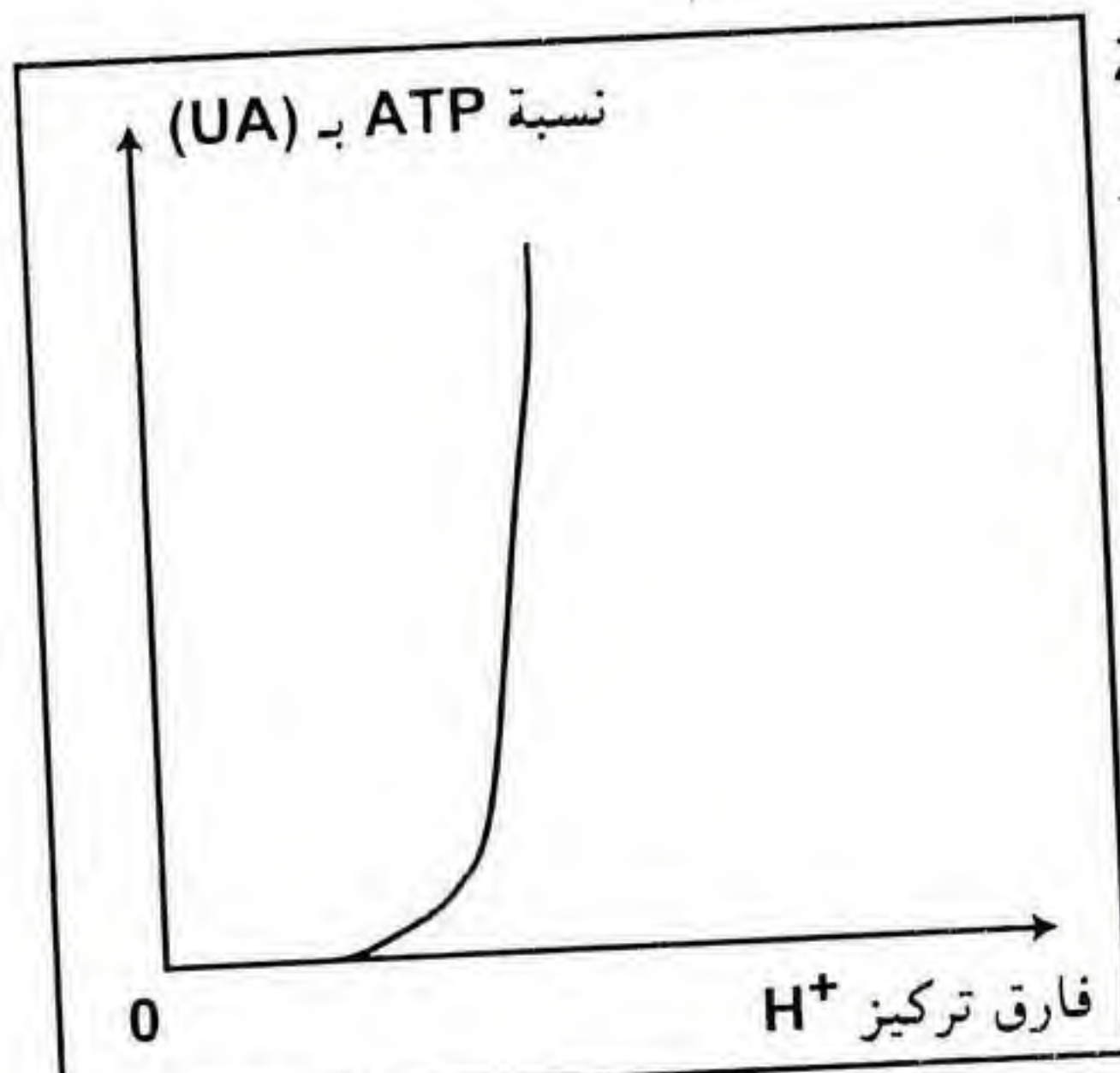
الوثيقة (3)

- حلل النتائج المحصل عليها في كل حالة واستنتج الدور الطبيعي للغشاء الداخلي للميتوكوندري فيما يخص نقل البروتونات.

3 - تبين الوثيقة (4) تطور نسبة الناج الـ ATP بدلالة فارق تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

أ - حلل الوثيقة (4) ثم بين لماذا لا يتم تركيب الـ ATP عند إضافة مادة الـ FCCP.

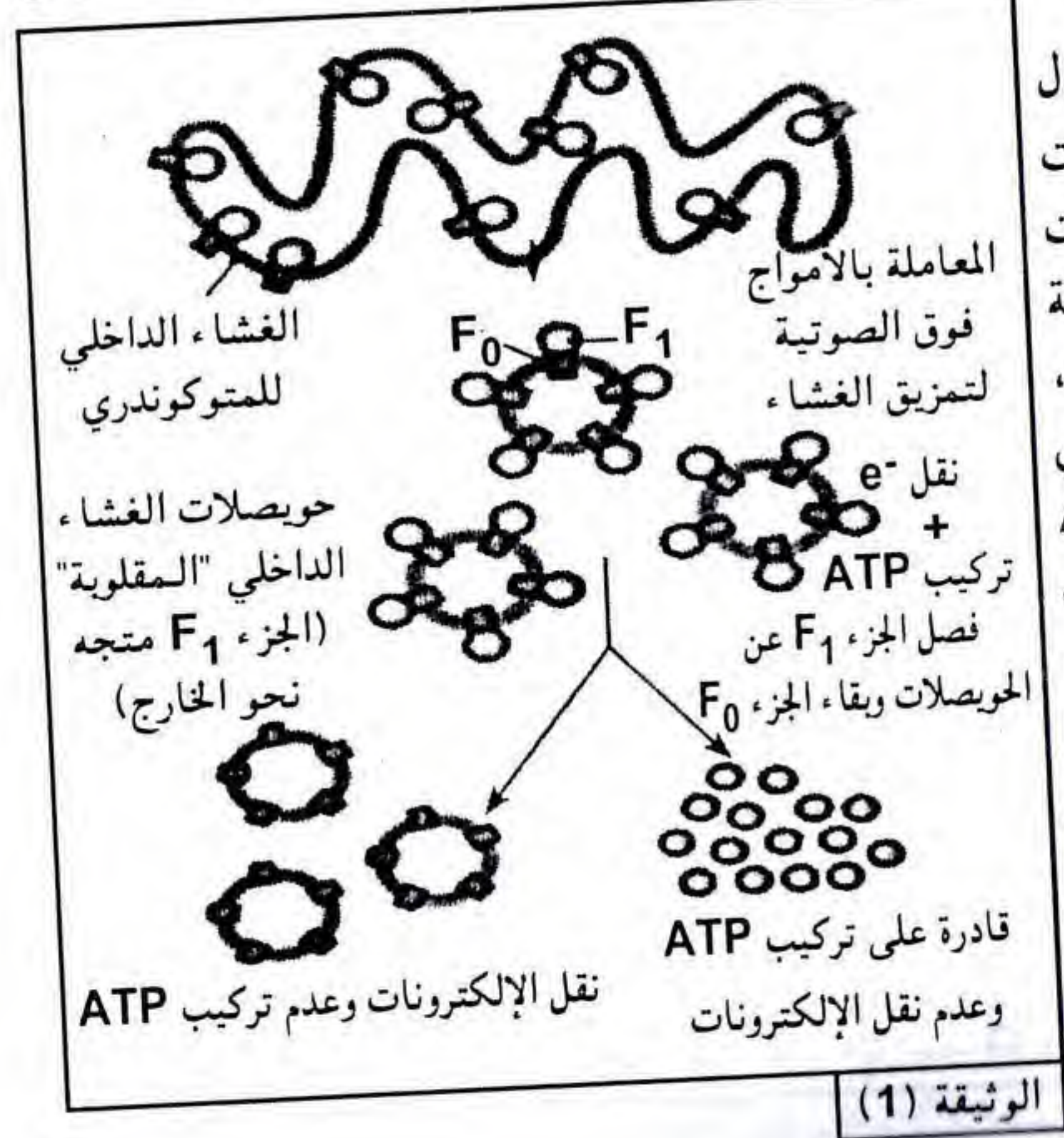
ب - من كل ما تقدم وضع برسم الخططي آلية إنتاج الـ ATP على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.



الوثيقة (4)

### المارين 52:

إن استمرار مرحلتي التحلل السكري وحلقة كريبس يتطلبان تجديد النواقل وذلك كسدتها وتشكل كل من الماء والـ ATP.  
أ - لإظهار دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري في الفسفرة التأكسدية نستعرض



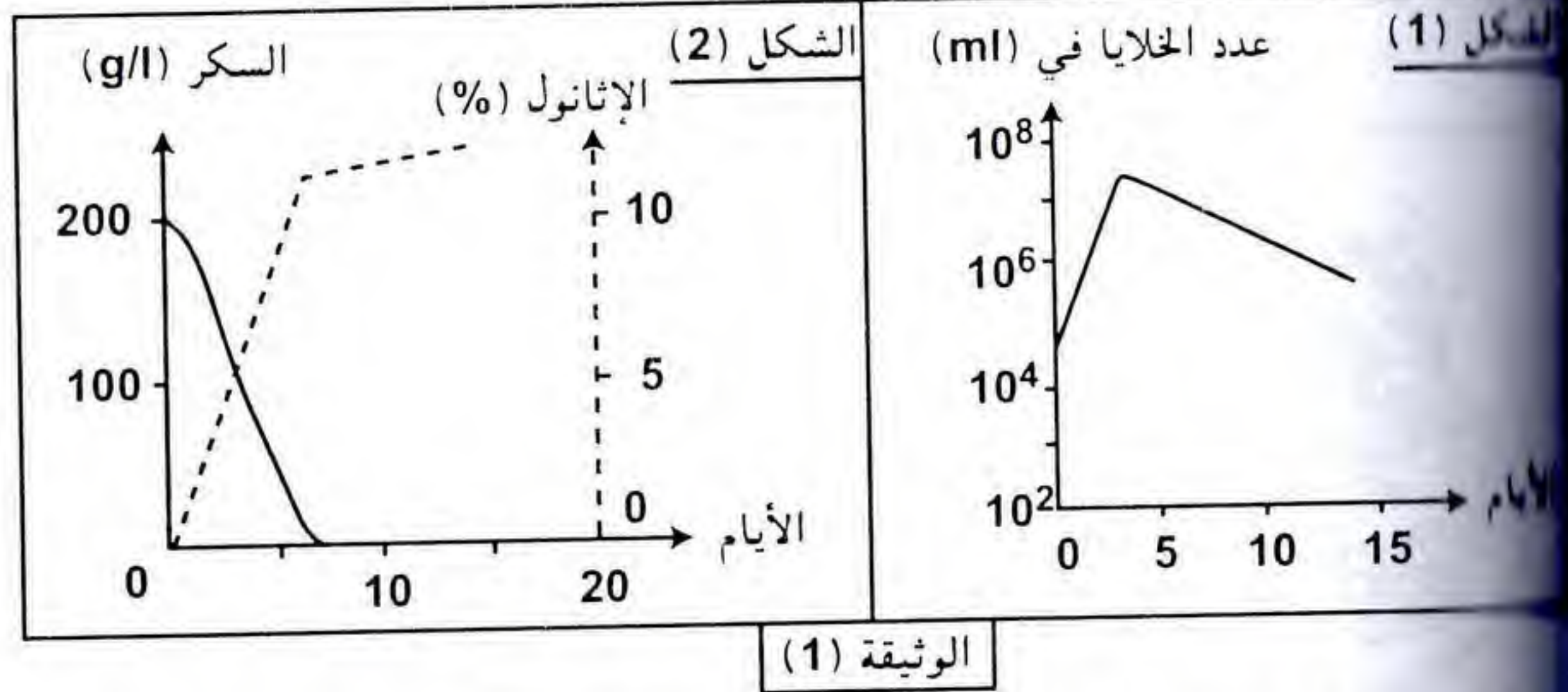
الوثيقة (1)

التجربة 1: باستعمال الأمواج فوق الصوتية تمزق الغشاء الداخلي للميتوكوندري فتشكلت الحوصلات للأغشية الداخلية "المقلوبة" بها كريات مذبذبة، مما أن فصل الجزء الكروي (F1) من الإنزيم ATP Synthase عن الجزء المتواجد ضمن الغشاء (F0) مع تحديد دور كل منهما في تركيب الـ ATP في شروط مناسبة، نتائج التجربة موضحة في الوثيقة (1).



### تمرين 53:

أ. ننتبع تطور عدد خلايا الخميرة داخل إناء يحتوي 200 غ/ل من محلول الجلوكوز في وسط لاهوائي وكذلك تغيرات التركيب الكيميائي لمحتوى الإناء الشكلان 1 و 2 من الوثيقة 1 يمثّلان النتائج المحصل عليها.



1. حدد العلاقة الموجودة بين تطور كل من عدد خلايا الخميرة وكمية الجلوكوز في الوسط.
2. كيف تستمد الخميرة الطاقة الضرورية لحياتها في مثل هذه الظروف؟ علل إجابتك.
3. أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة التي حدثت داخل الإناء.
4. نستعمل وسطا تجريبيا مغايرا للوسط السابق مع إستعمال 1 كلغ من نسيج كبد و نترك التجربة لمدة 12 ساعة.
5. إذا كانت كمية ( $CO_2$ ) المطروحة من طرف الخلايا الكبدية تقدر بـ 9 مول، وإذا كانت الأوكسدة التامة للجزئى جلوكوز تحرر 2820 كيلو جول، وأن بناء جزئى ATP يتطلب 29,5 كيلوجول:

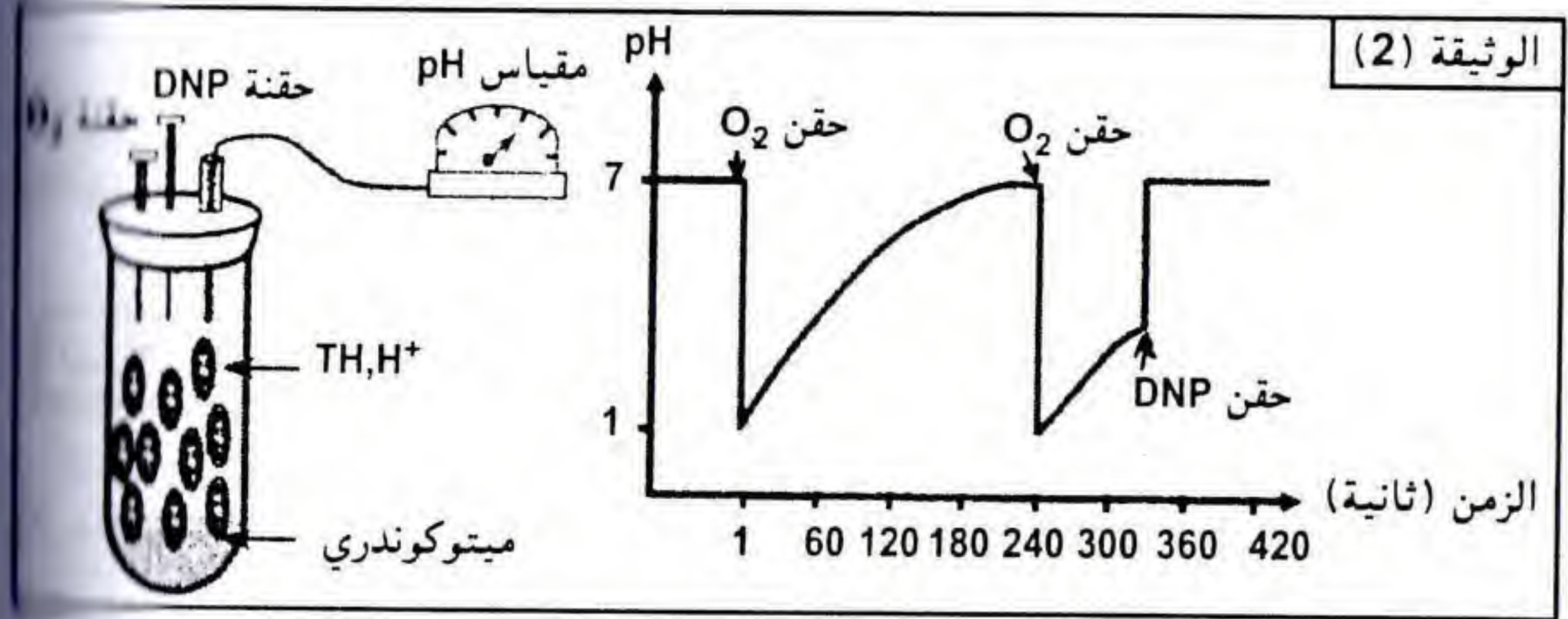
1. أحسب الطاقة الإجمالية الناتجة (المتحررة).
2. أحسب الطاقة المتحررة الخاصة بالنشاطات الحيوية للخلية.
3. أحسب المردود الطاقي التنفسي.

### تمرين 54:

أ. إن الخلية الحية على علاقة مستمرة بالطاقة، فالخلية غير ذاتية التغذية تستمد الطاقة اللازمة لنشاطها من استغلال وتحويل الطاقة الكيميائية المتواجدة في المادة

. ماهي المعلومات التي تقدمها نتائج التجربة فيما يخص دور مكونات الحويصلات الغشائية (الغشاء والإنزيم)؟.

ب. التجربة 2: لتحديد سلوك الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات ( $H^+$ ) تم قياس pH الوسط الخارجي لمعلق من الميتوكوندري المعزولة يحتوي على معطى الإلكترونات ( $TH, H^+$ )، يكون الوسط خاليا من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعات من الأكسجين أو مادة ثنائي نيتروفينول (DNP) (Di Nitro Phenol) عند أزمنة محددة، النتائج موضحة في منحنى الوثيقة (2).



1. حلل منحنى الوثيقة (2).
2. حدد تأثير كل من الأكسجين ومادة DNP مبرزا مصدر  $H^+$  عند إضافة  $O_2$ .
3. علل إنخفاض الـ pH خارج الميتوكوندريا ثم عودته إلى الوضعية الأصلية.
4. قارن زمن عودة pH إلى الوضعية الأصلية في غياب وفي وجود DNP، افسر ذلك؟.
5. التجربة 3: يتم وضع حويصلات غشائية محتوية على كريات مذابة في أوساط مختلفة من درجة الـ pH بوجود ADP و  $P_i$ . يتم الكشف عن فسفرة ADP إلى ATP في كل حالة، نتائج التجارب مدونة في الجدول الموالي:

التجارب	pH الداخلي	pH الخارجي	وجود الكريات المذبة	الملاحظات
1	7	7	نعم	عدم فسفرة الـ ADP
2	4	7	نعم	فسفرة الـ ADP
3	4	7	لا	عدم فسفرة الـ ADP

الوثيقة (3)

. إستنتج من نتائج التجربة شروط تركيب ATP؟.







الهابلوبلازم وماذا يطلق على هذه التفاعلات:-

الجلوكوز،  $\text{Pi}$ ,  $\text{ADP}$ ,  $\text{NADH} \cdot \text{H}^+$ ,  $\text{NAD}^+$ ,  $\text{ATP}$  ، حمض البيروفيك.

5 - لتحديد أهمية ونوعية هذه التفاعلات بالنسبة للخميرة، أخذنا عينتين من الخميرة وزرعناهما في وسطين الأول هوائي والثاني لاهوائي ثم قمنا في كلا الوسطين بقياس تغيرات كتلة الخميرة بالغرام بدلالة الزمن فحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول الموالي:

١. أنجز على نفس المعلم منحني تغيرات كتلة الخميرة في العينتين بدلالة الزمن.  
٢. حدد الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة (1) والعينة (2).  
٣. فسر الاختلاف في كتلة الخميرة في العينتين.

## A high-magnification electron micrograph of a mitochondrion. The organelle is roughly oval-shaped and filled with numerous parallel, wavy lines representing the cristae. The cristae are closely packed and run diagonally across the frame. The overall texture is granular and highly detailed, typical of electron microscopy.

تركيز  $O_2$

ميكرومول/ل

الزمن بال دقائق

1 ز

2 ز

الغلوكوز

البيروفات

أ. أنجز رسماً تخطيطياً لعضية الوثيقة (2) مع وضع كافة البيانات والعنوان.

ب - حلل منحني الوثيقة (3) ماذا تستنتج؟.

4 - لتحديد بعض وظائف عضوية الوثيقة (2)، تمكنا من عزل جميع مكوناتها ومكونات السيتوبلازم فأنجزنا الجدول الموالي:

الهدف آلية إستخراج الطاقة من مادة الأيض نقوم بالتجارب التالية بواسطة الحاسوب:

التجربة 1: عزلنا الجزء الصلب المكون من بقايا العضيات من مسحوق الخميرة  
فصلنا بالجزء السائل فقط، أضيف الجزء السائل إلى محلول الغلوكوز في الزمن 1  
وت على شاشة الحاسوب النتائج المبينة في الوثيقة (1).

المعربة 2: سخن الجزء السائل إلى 80°م ثم برد فأضيف إليه محلول الغلوكوز في (2) فلاحظ عدم تشكل كل من  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

المجربة 3: حقنت الفوسفات  $PO_4$  في المحلول السكري فأعطت النتائج الموضحة  
ملحقات الوثيقة (2) علما بأن كل التجارب أجريت في نفس درجة الحرارة وفي  
المجربة (1) و (3) لوحظ رائحة الكحول.

ما مصدر كل من  $\text{CO}_2$  والإيثانول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ؟، ما إسم هذه الظاهرة؟.

اكتب المعادلة الإجمالية المؤدية إلى تشكل  $\text{CO}_2$ .

ماذا يحتوي الجزء السائل الذي أضيف إلى المحلول السكري.

١. أكتب التفاعل الكيميائي الذي يفسر إنخفاض كمية  $H_3PO_4$  بعد الزمن 3.

ب. اعتماداً على نتائج التجريبتين 1 و 3 حدد مصدر  $H_3PO_4$ .

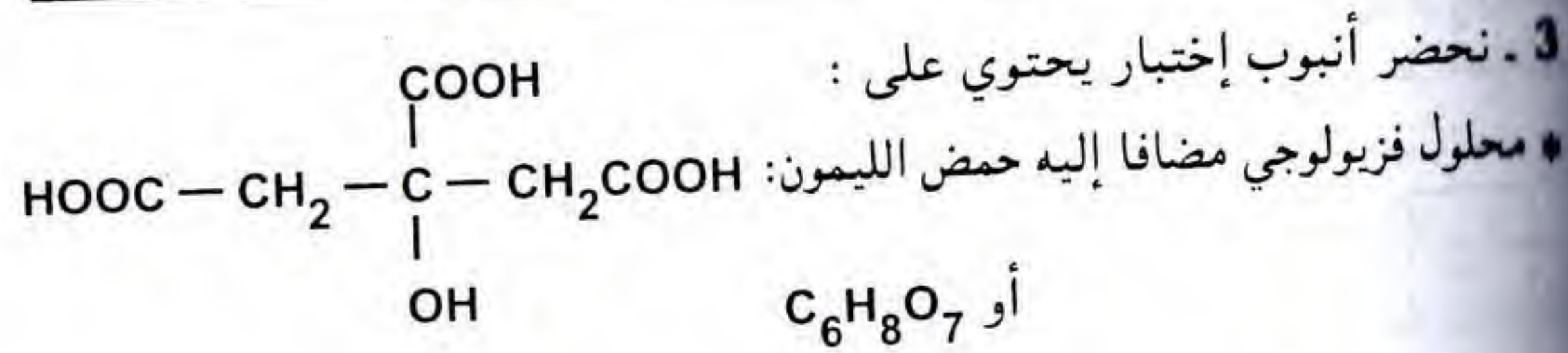
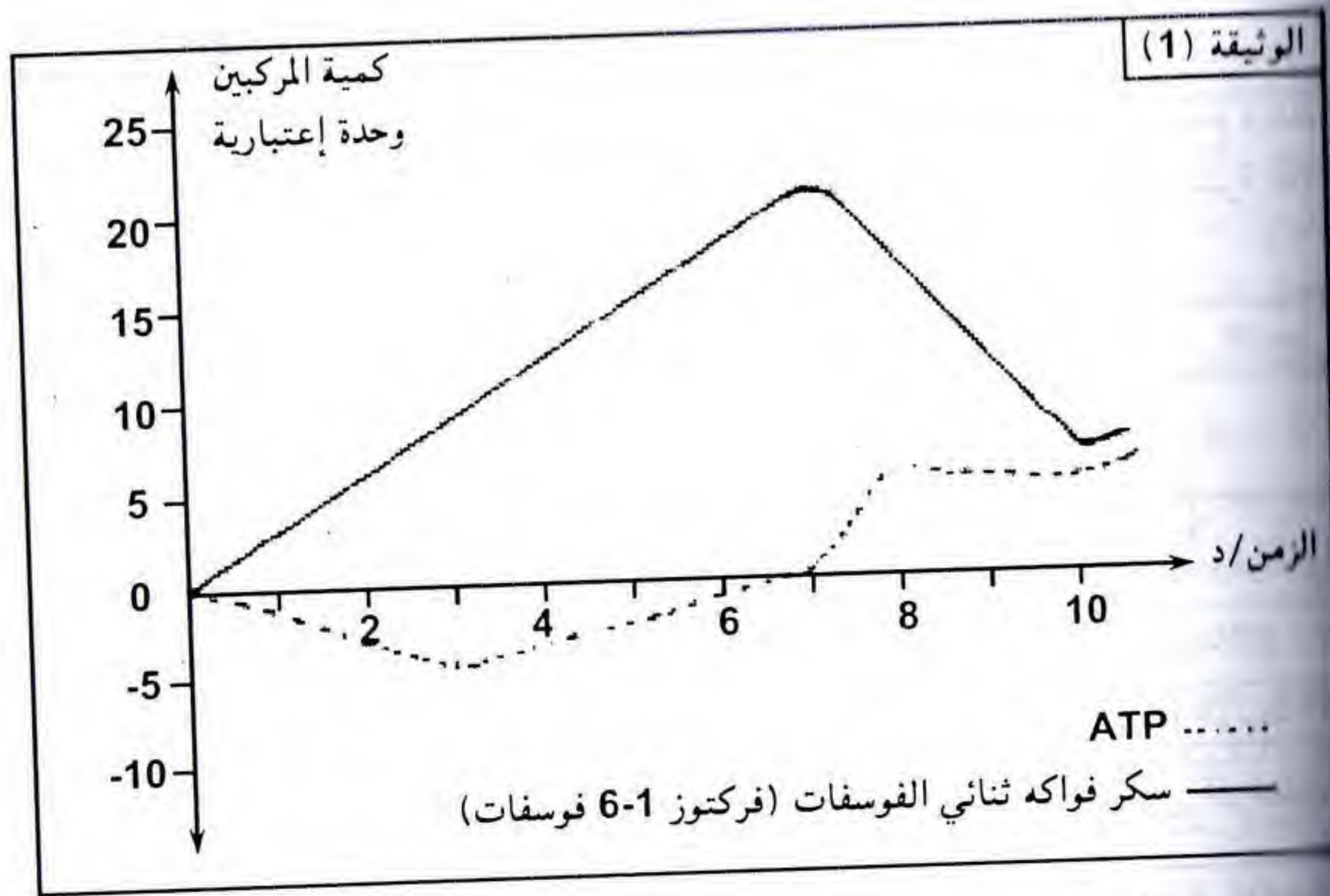
أ - فسر الاختلاف بين الغشائيين الداخلي والخارجي للميتوكوندري.

ب. هل معطيات الجدول تؤكد ما توصلت إليه في السؤال 3 - ب؟.

جـ - إستخدم مايلى لكتابة المعادلة الإجمالية للتفاعلات التي تحدث



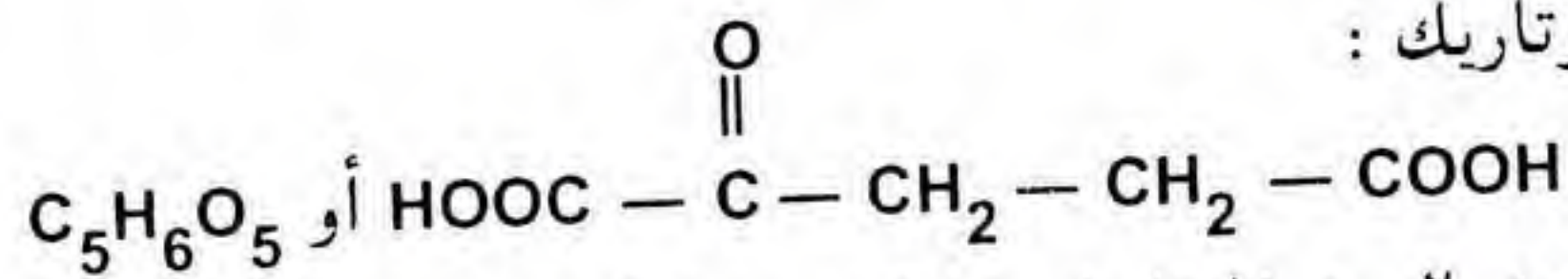
ج - إعتقاداً على نتائج التجربة 3 ومعلوماتك أوجد العلاقة بين إنخفاض  $H_3PO_4$  وارتفاع كمية  $CO_2$  بعد ز3.



\* أزرق الميثيلين المؤكسد  $BM^+$  الذي يصبح شفافاً عند إرجاعه.  
 \* مستخلصات فطر خميرة الجعة تم الحصول عليها عن طريق عملية الطرد المركزي.  
 وضع الأنبوب في حمام مائي درجة حرارته  $37^\circ C$ .

الملاحظة : - زوال اللون الأزرق

ظهور حمض السيتوغلوتاريك :



فلما أن حمض الليمون وحمض السيتوغلوتاريك عبارة عن وسائط هدم حمض البيروفيك.

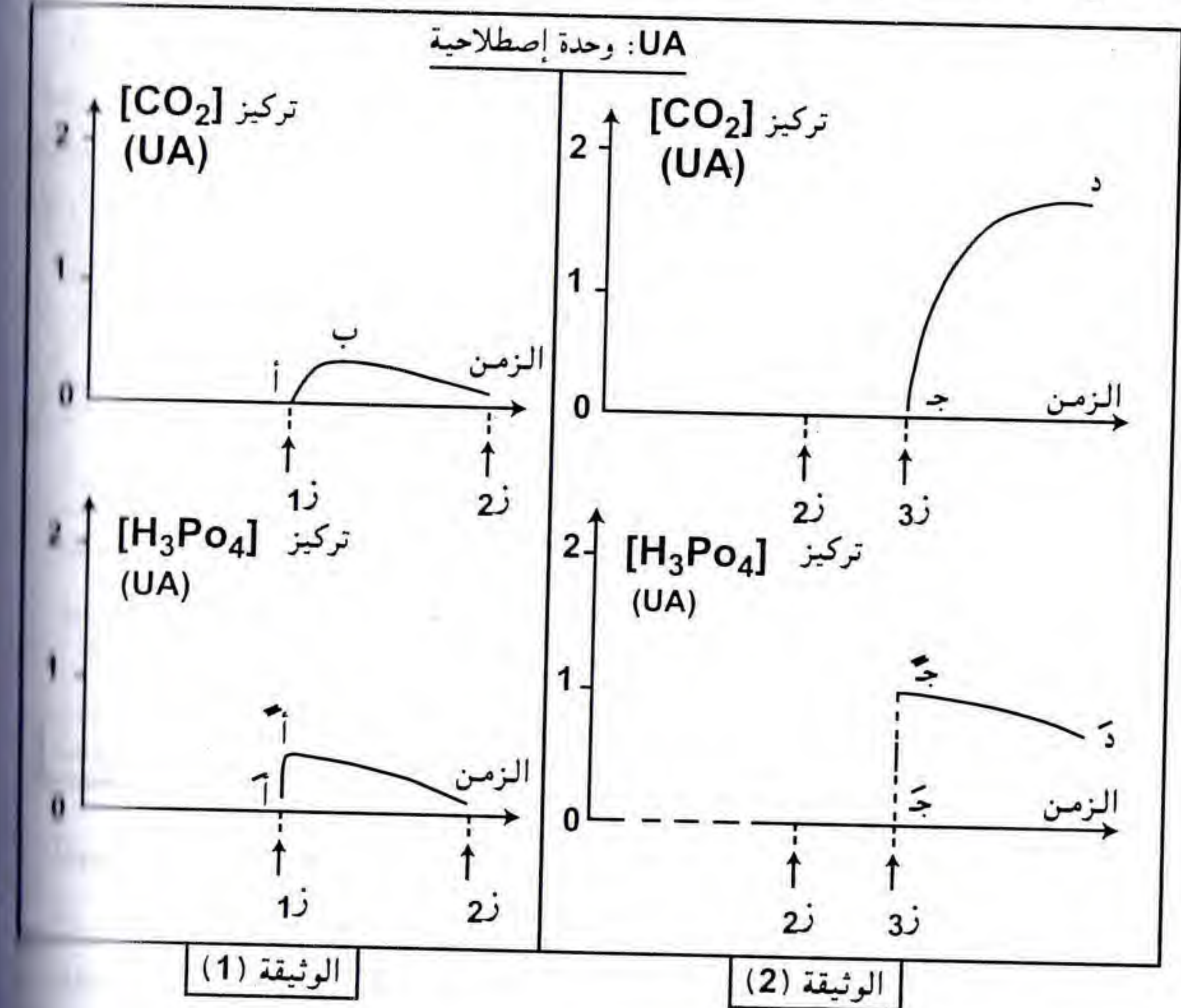
أ. فسر نتائج هذه التجربة، مبرزاً اسم العملية التي حدثت.

ب. اكتب المعادلة الكيميائية التي تمت داخل الأنبوب.

ج. مستعينا بمعلوماتك أكمل دورة حمض الليمون (دورة كريبس)، مبرزاً فقط

أدوات الكربون في كل مرحلة، ومحددات النواتج المرافقة.

د. ماهي الأهمية البيولوجية لهذه الدورة بالنسبة للخلية ؟



### تمرين 57:

نأخذ معلق فطر خميرة الجعة و نضيف له كمية من الغلوكوز، وبعد ذلك نقوم بتقدير كمية سكر الفواكه (الفركتوز) ثنائي الفوسفات (فركتوز 6-1 فوسفات) وكمية الـ  $ATP$ ، تمثل نتائج هذه المعايرة في الوثيقة (1) في الصفحة الموالية:

1 - حلل وفسر هذه النتائج .

2 - ما إسم العملية التي تمت خلال هذه التجربة ؟



أ - تم تنمية خميرة الخبز في وسطين هوائي ولاهوائي وزودتا بجلوكوز مشع وبفعل تقنيات التصوير الإشعاعي الذاتي تم تتبع وجود الإشعاع في خلية الخميرة بدلالة الزمن والنتائج المحصل عليها مثلة في الوثيقة (1).

الزمن	مكان تواجد الإشعاع
0ز	في الوسط الخارجي
1ز	هايلوبلازم
2ز	حشوة الميتوكوندري
الوسط الهوائي	في الوسط الخارجي
الوسط اللاهوائي	هايلوبلازم

الوثيقة (1)

مستعينا بمعلوماتك، فسر النتائج الملاحظة عند 0ز، 1ز على مستوى الوسطين

ب - تم عزل الميتوكوندريات من خلايا الخميرة للوسط الهوائي ووضعت في محلول مناسب، وفي حيز مغلق لجهاز خاص، ثم تمت معايرة كمية الأكسجين في الوسط في شروط تجريبية مختلفة بدلالة الزمن، النتائج المحصل مثلة في الوثيقة (2).

ب1: حلل منحنى الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

ب2: من خلال هذه النتائج، كيف تفسر نتائج تجربة الفرع (أ) الملاحظة في الزمن 2ز

ب3: ماهو مصير النواتج الظاهرة في الخلية عند 2ز من الوثيقة (2).

ج - باعتبار أن الكتلة المتشكلة من الخميرة في الوسط الهوائي تتطلب إستهلاك طاقة قدرها 5795 كيلوجول.

د - كم يجب إستهلاكه من جزيئات الجلوكوز في الوسط الهوائي واللاهوائي لتشكل الكتلة من الخميرة علما أن جزيئة من ATP تحرر كمية من الطاقة قدرها 30,5 كيلوجول.

د - من خلال ما توصلت إليه، وبالإستعانة بمعلوماتك ضع رسما تخطيطيا وظيفيا للطرق الأيضية الطاقوية لخلايا الخميرة، مبينا مختلف مراحل ومستويات حدوثها في الخلية

بفرض دراسة الأيض الهلوي عند فطر الخميرة إحدى علاقته بنموها، أجريت الدراسة التالية:

1 - تم قياس تغيرات تركيز غاز الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون داخل وعاء مغلق لمفاعل حيوي يحتوي على مادة الجلوكوز وغاز الأكسجين، بالإضافة إلى إحدى سلالتين من فطر الخميرة: السلالة "أ" أو السلالة "ب". (تجريب بالهاسب).

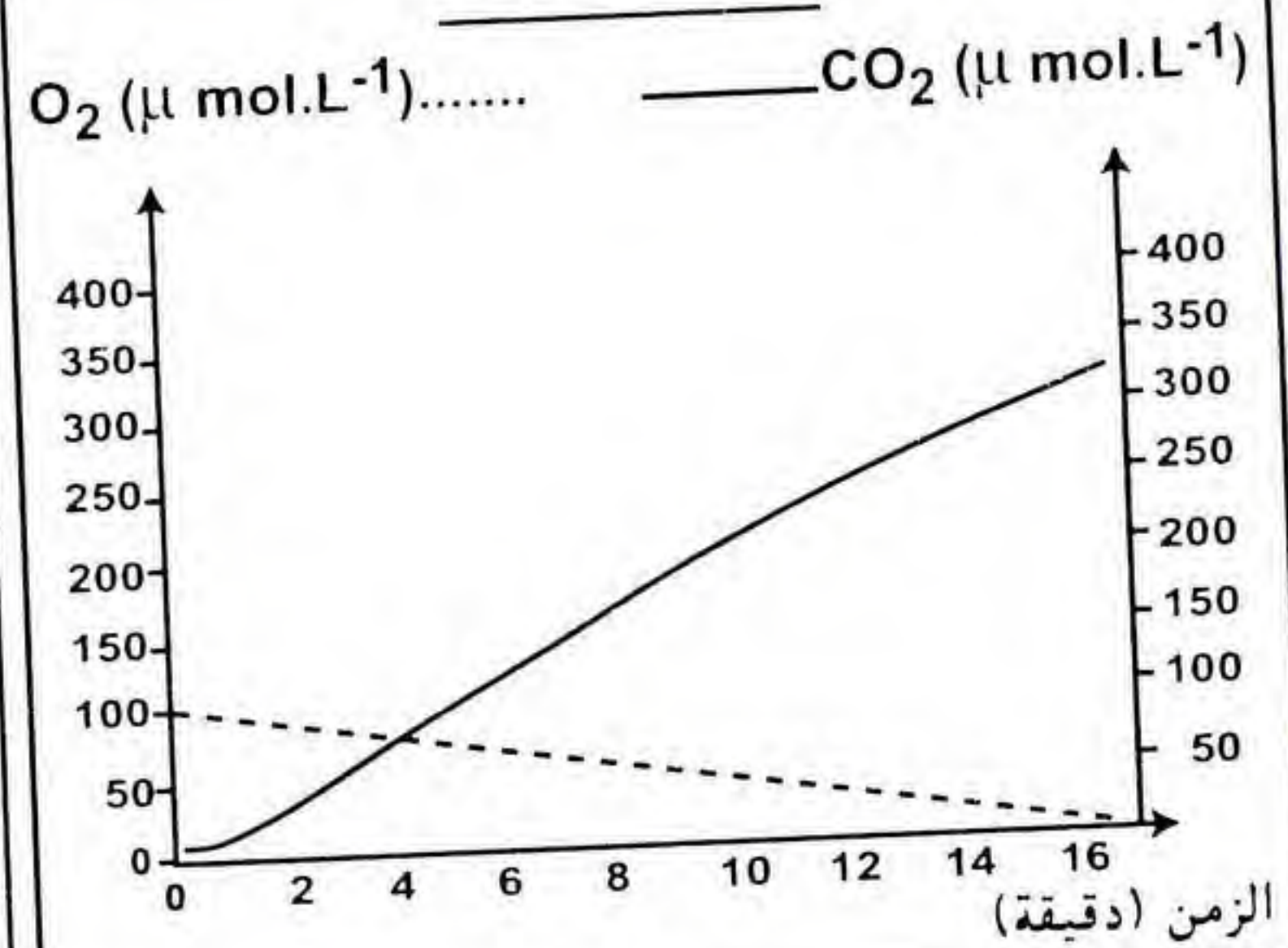
نتائج القياس عند السلالتين مثلة بالوثيقة (1)، كما سجل في نهاية القياس إنخفاض تركيز الجلوكوز في الوعاء نسبة للسلالتين.

أ - فسر بين النتائج المحصل عليها في الوثيقة (1).

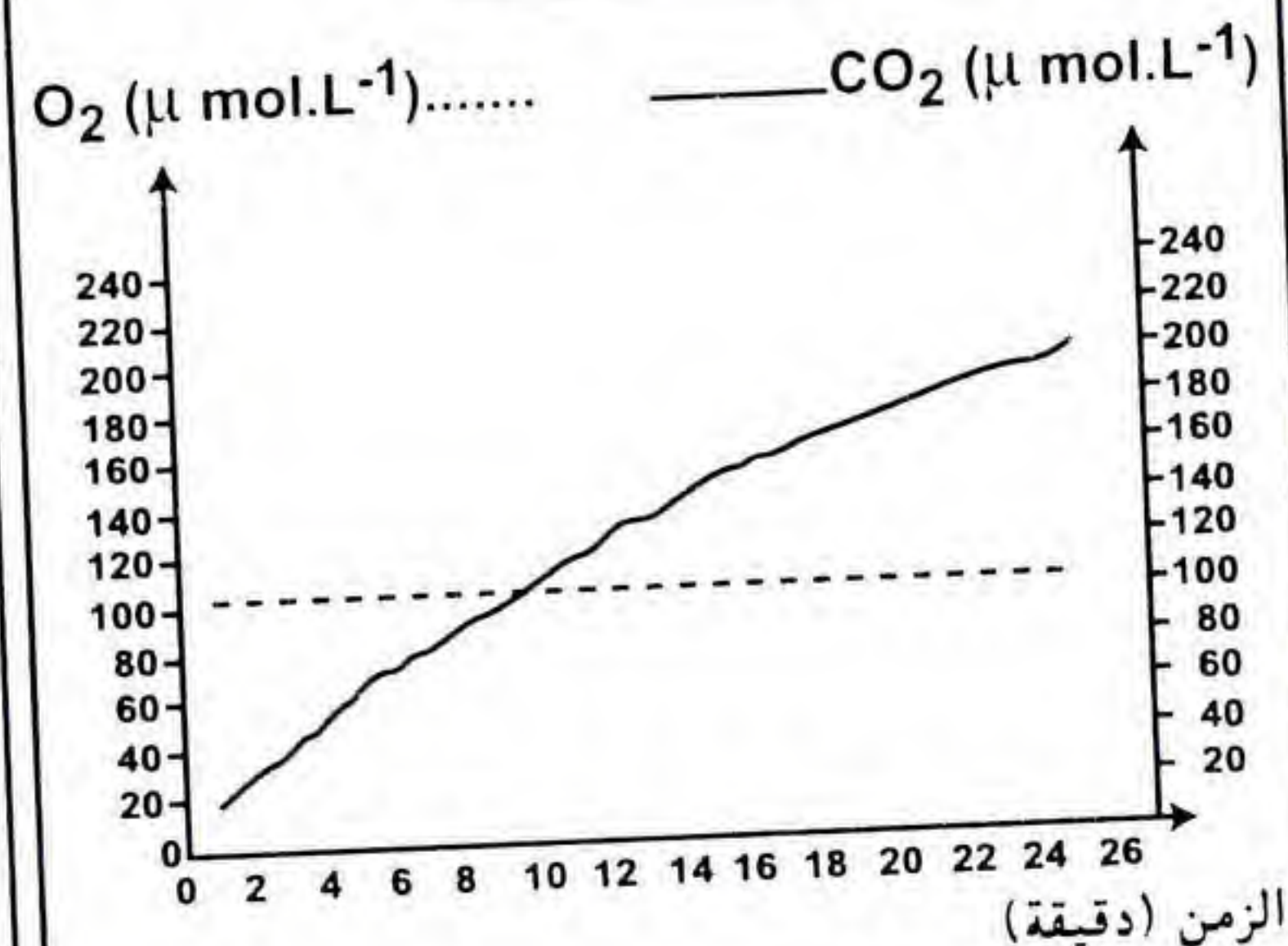
ب - ماذا تستنتج فيما يخص لفظ حياة كل من السلالتين (أ) و (ب)؟

ج - تم عزل عضيات ميتوكوندري للسلالة (أ) من فطر الخميرة، ثم تجزئتها إلى بواسطة الموجات فوق الصوتية (ultrasons)، وضعت بعد ذلك في وسط يحتوي بالأكسجين ويحتوي على مركبات مرجعة ( $R'H_2$ ) وجزيئات ADP والنتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول التالي:

حالة السلالة (أ)



حالة السلالة (ب)

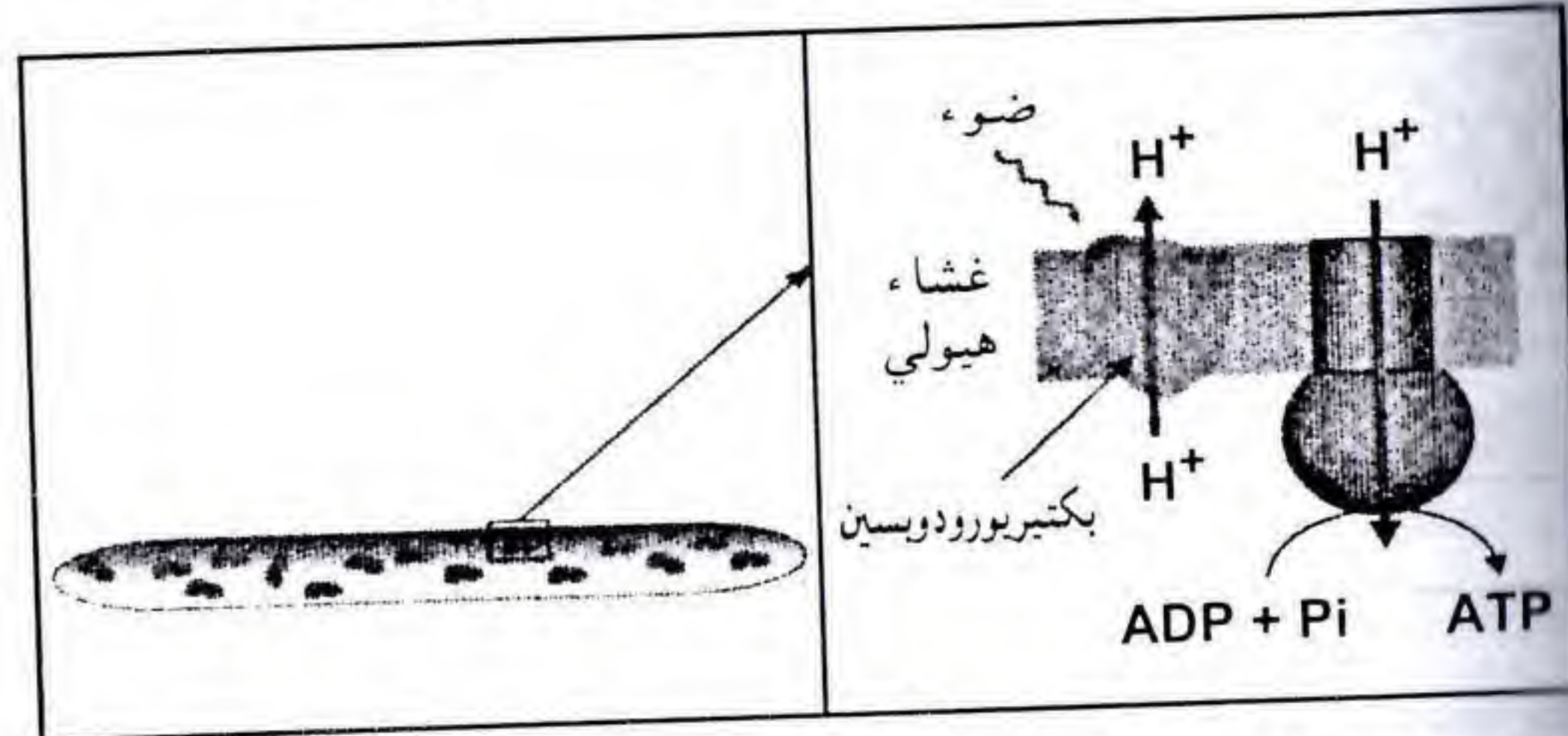


الوثيقة (1)



## تمرين 60:

نقوم إحدى أنواع البكتريا المحبة للملوحة (*Halobacterium Salinarum*) بإنتاج الطاقة اللازمة لأداء وظائفها بطريقة خاصة، حيث تستطيع إستعمال الطاقة الضوئية لتكوين فرق في تركيز  $H^+$  عبر الغشاء الهيليولي، كما تحتوي البكتريا على البريم **ATP Synthase** الذي يقوم بتركيب **ATP** انطلاق من **ADP** و **Pi** عند عودة  $H^+$ . تعيش البكتريا في البرك المالحة وفي البحر الميت أين يتجاوز تركيز الملح 4 مول/ل وهي لا تعيش في المياه التي تقل ملوحتها عن 3 مول/ل. تنتج جزء من طاقتها من الحاجة إلى الأكسجين ولا إلى المواد الغذائية العضوية. يحتوي غشاء هذه البكتريا على بروتين أرجواني يسمى بكتريورودوبسين وهو كثير الشبه ببروتين الرودوبسين (الأرجواني الشبكي) الموجود في شبكية العين، عند إستقباله للضوء ضوئية يحدث تهيج لأحد الإلكترونات في البروتين عند عودة الإلكترون إلى مداره تتحرر طاقة ستعمل الطاقة في إخراج  $H^+$  إلى الخارج (نقل فعال).



قام الباحثان **Stockeneus** و **Racker** بعزل البروتين من البكتريا وإدخاله في حويصلة غشائية بالإضافة إلى إنزيم **ATP Synthase** عند إضاءة هذه الحويصلات بقيت الحويصلة من تركيب **ATP**.

1. قدم رسماً تخطيطياً للتجربة.

2. ماهو الدور الذي يقوم به البروتين عند مقارنة العملية بما يحدث في الميتوكوندري؟

3. هل تثبت هذه التجربة نظرية ميتشل؟ علل.

4. لماذا لا تحتاج هذه العملية إلى  $O_2$ ؟ علل.

5. هل تشبه هذه العملية التخمر؟ علل.

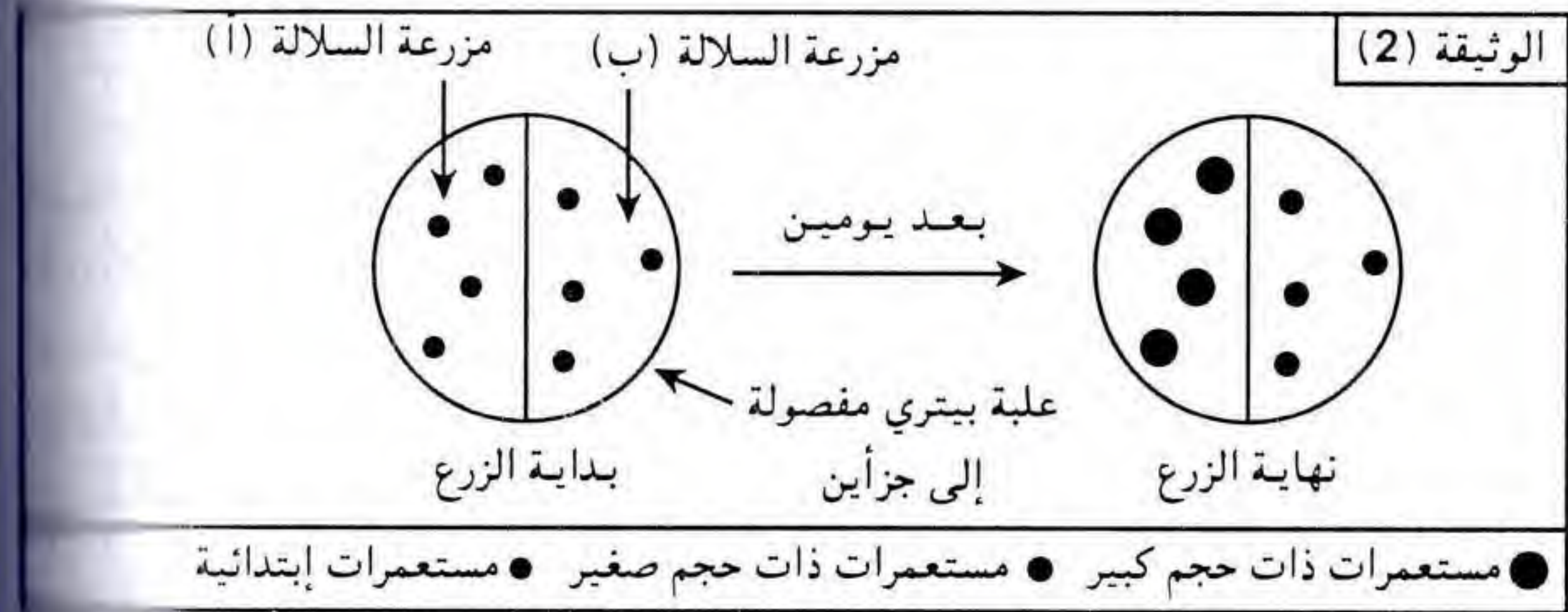
النتائج	قطع ميتوكوندرية
- عدم إنتاج الـ <b>ATP</b> - عدم أكسدة المركبات المرجعة ( $R'H_2$ ) إلى $R'$	قطع من الغشاء الخارجي للميتوكوندري
- إنتاج الـ <b>ATP</b> - أكسدة المركبات المرجعة ( $R'H_2$ ) إلى $R'$	قطع من الغشاء الداخلي للميتوكوندري

أ. فسر هذه النتائج وماذا تستنتج؟

ب. أكتب التفاعلات المؤدية إلى أكسدة النواقل  $RH_2$  والتفسفر المؤكسد.

ج. أنجز رسماً تخطيطياً عليه البيانات، لقطعة من الغشاء الداخلي للميتوكوندري، تبين فيه مختلف التفاعلات الكيميائية التي أدت إلى هذه النتائج.

3. زرعت السلالتان "أ" و "ب" في وسط مغذي (جيلوزي) يحتوي على كمية معينة من الغلوكوز، بعد يومين تمت معاينة حجم المستعمرات الناتجة عن نموها الخميرة، والنتائج مدونة في الوثيقة (2).



أ. قارن بين النتائج التجريبية المحصل عليها في الوثيقة (2).

ب. علل هذه النتائج معتمداً على المعلومات المستخرجة من هذه التجربة والتجربة السابقة (السؤال 2 - أ و 1 - أ و 1 - ب).

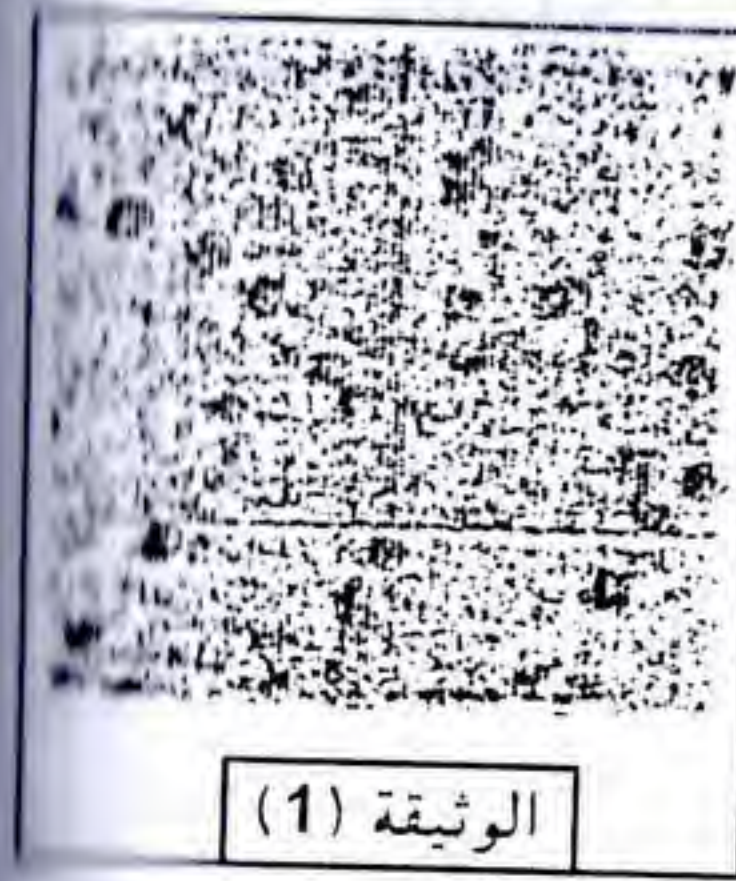
4. أنجز مخططاً تقارن فيه بين الحصىلة الطاقوية لكل من السلالتين (أ) و (ب) من فطر الخميرة.



## تمرين 61:

نحضر وسطين 1 و 2 من نفس الحجم يحتويان على نفس الكمية من الماء والجلوكوز والخميرة ونضعهما في ظروف تجريبية ملائمة متشابهة باستثناء كمية الأكسجين، حيث أن الوسط (1) هوائي والوسط (2) لاهوائي.

أ - تمثل الوثيقة (1) ملاحظة مجهرية بتكبير  $\times 700$  للخميرة في الوسطين في بداية التجربة خلال بضعة أيام نحصل على النتائج المبينة في الوثيقة (2).

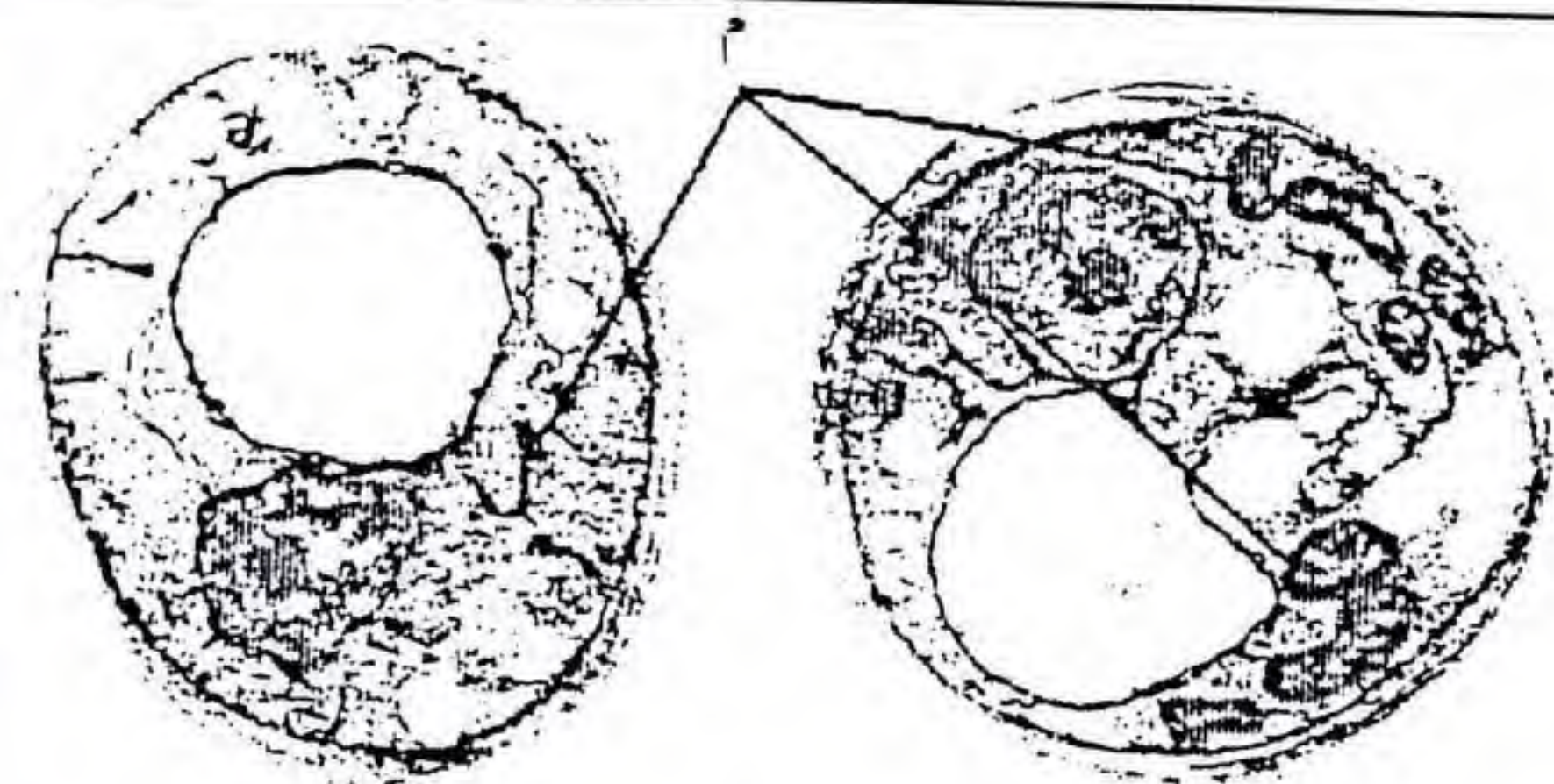


الوثيقة (1)

الوسط	- 2 -	- 1 -
ملاحظة مجهرية للخمائر		
كمية ATP من كل جزيئة غلوكوز	2	38

الوثيقة (2)

- 1 - قارن النتائج المحصل عليها في الوسطين؟
- 2 - أعط تفسيراً لهذه النتائج؟
- ب - تمثل الوثيقة (3) خليتين من الخميرة.

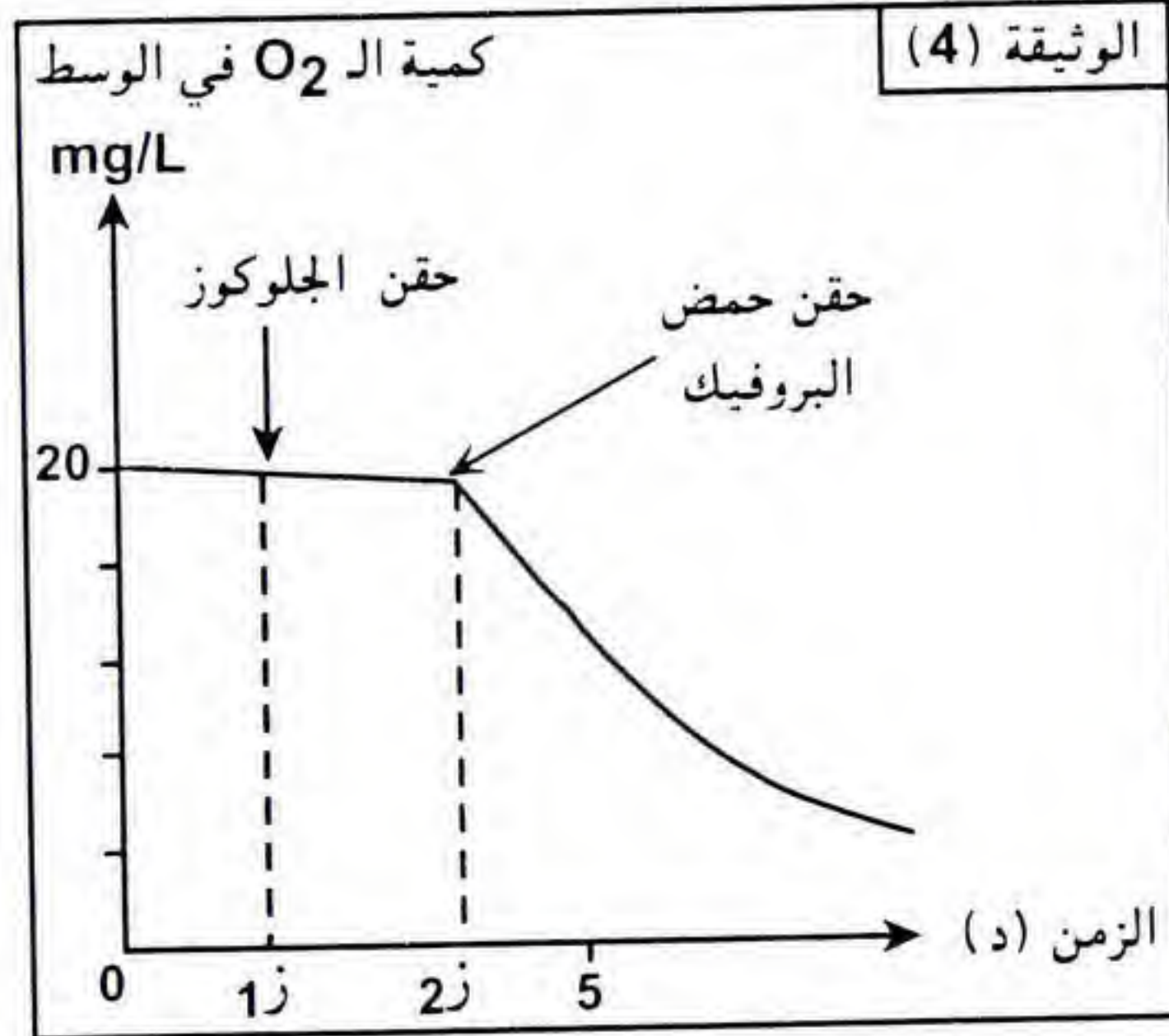


الشكل (2)

الشكل (1)

الوثيقة (3)

- 1 - تعرف على العضية م، وانجز رسماً تخطيطياً لها؟
- 2 - قارن بين الخليتين؟
- 3 - أعط تفسيراً لهذا الاختلاف؟
- 4 - حدد الوسط الذي أخذ منه كل شكل من شكلي الوثيقة (3).



ج - نقوم بعزل العضيات م ثم نضعها في وسط به أكسجين ونقيس كمية هذا الأخير في الوسط بدلالة الزمن، بعد حقن الجلوكوز ثم بعد حقن حمض البروفيك، وتمثل الوثيقة (4) النتائج المحصل عليها.

- 1 - حلل المنحنى المحصل عليه؟
- 2 - ماذا تستنتج؟

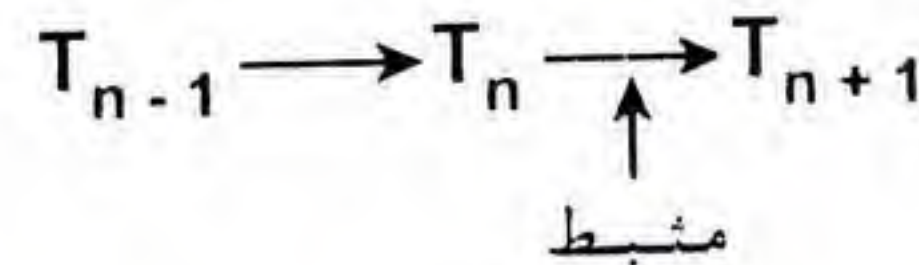
## تمرين 62:

أ - إن انتقال الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري ينتهي بإرجاع الـ  $O_2$  وتشكيل الماء.  
ما هو مصدر هذه الإلكترونات؟

ب - هناك عدة مشبطات نوعية تمنع انتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية تستخدم عادة لتحديد كيفية توضع مجموعة نواقل على طول السلسلة التنفسية.

علمنا بأن النواقل التي تقع قبل تأثير المشبط تكون في حالة إرجاع والتي تقع بعد المشبط تكون في حالة أكسدة.

1 - يمكننا من إيقاف حركة الإلكترونات المستمرة باستخدام مشبط بين الناقلين  $T_{n-1}$  و  $T_{n+1}$ .



حدد النواقل التي تكون في حالة أكسدة والتي تكون في حالة إرجاع، علل إجابتك؟



2 - إن السلسلة التنفسية للبكتيريا مماثلة للسلسلة التنفسية للغشاء الداخلي للميتوكوندري حيث تحوي ناقلين للهيدروجين هما  $NAD$  و  $FAD$  وأربعة ناقل للإلكترونات  $T_1$  ،  $T_2$  ،  $T_3$  ،  $T_4$  ترتيبها غير معروف.

لتحديد ترتيب هذه الناقل استخدمت خمس مثبطات وهي:

(أ، ب، ج، د، هـ) في كل تجربة يستخدم مثبط ونلاحظ الناقل التي تكون في حالة أكسدة (+) والناقل التي تكون في حالة إرجاع (-) فحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول الموالي:

الناقل المثبط	$T_4$	$T_3$	$T_2$	$T_1$	$FAD$	$NAD$
أ	-	-	-	-	-	-
ب	+	+	+	+	-	-
ج	-	-	+	-	-	-
د	+	-	+	+	-	-
هـ	+	-	+	-	-	-

a - ماهو تأثير المثبط أ؟.

b - اعتمادا على نتائج الجدول حدد ترتيب تدخل الناقل  $T_1$  ،  $T_2$  ،  $T_3$  ،  $T_4$  وحدد مكان تأثير المثبط.

c - هل بإمكانك إعطاء ترتيب تدخل الـ  $NAD$  والـ  $FAD$  من خلال هذه التجربة إذا علمت أن كمون الأكسدة والإرجاع للزوج  $NADH_2/NAD = 0,32$  فولط وللزوج  $FADH_2/FAD = 0,10$  فولط، أكتب بعد ذلك تسلسل تدخل هذه الناقل جميعا.

3 - هناك ثلاثة أنواع من المثبطات التنفسية وهي:

السيانور (CN): يمنع إنتقال الإلكترونات من آخر ناقل إلى الأوكسجين.

الدينيتروفينول (DNP): يجعل غشاء الميتوكوندري نفوذ للبروتونات.

الأوليغوميسسين (Oligo): يمنع تركيب الـ  $ATP$  على مستوى الكريات المذبة أي أنه يخرب هذه الأخيرة.

a - ماهو المثبط الذي لعب دور السيانور في التجربة (الجدول)؟.

وعند استخدام السيانور هل يكون هناك -

- حركة للإلكترونات؟.

- تشكل الـ  $ATP$ ؟.

b - كيف تكون إجابة السؤال (a) عند استخدام الدينيتروفينول والأوليغوميسسين.

c - إستخرج شروط تشكل الـ  $ATP$ .

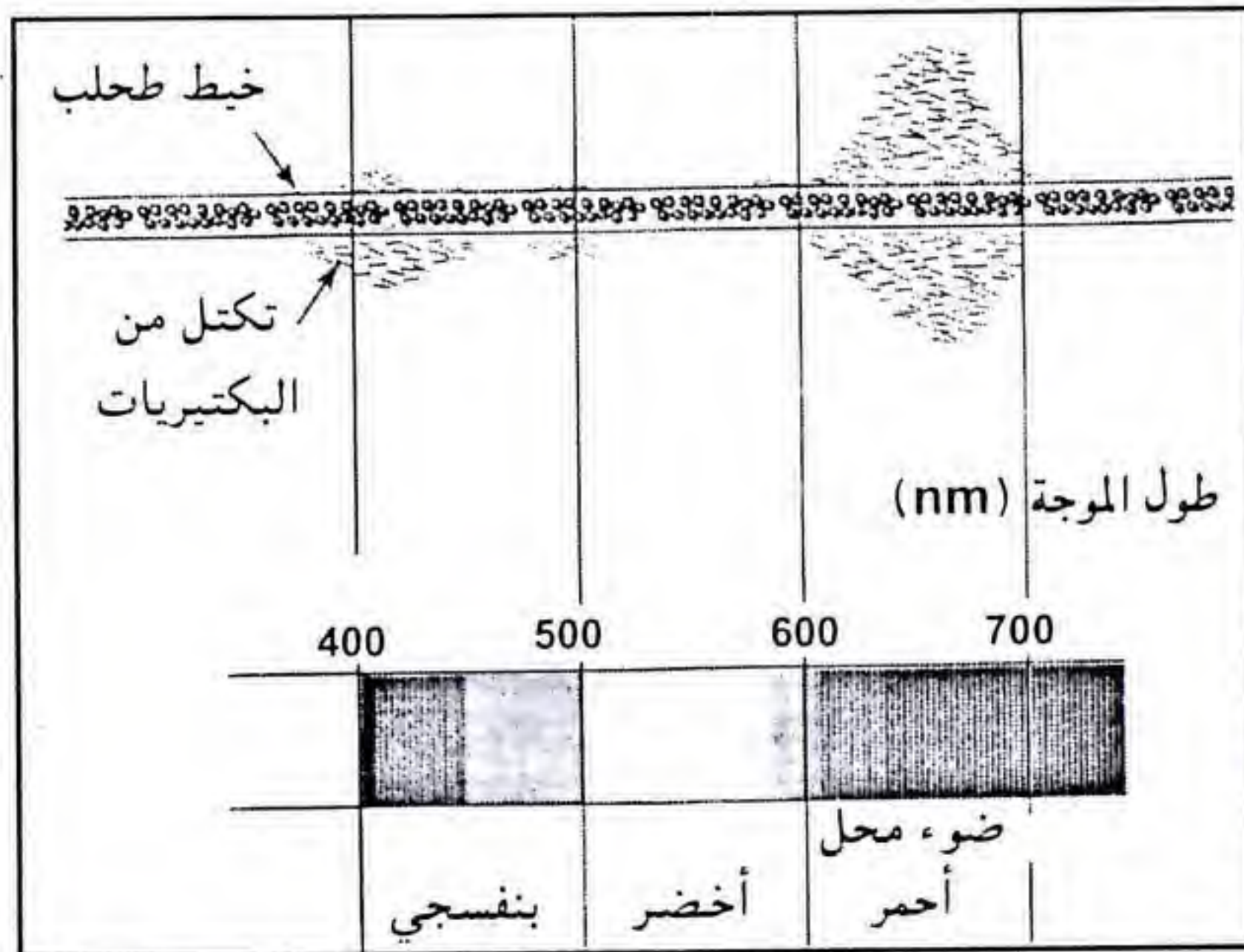
### تمرين 63:

(أ) - من أجل فهم تأثير مختلف الإشعاعات الضوئية على ظاهرة التركيب الضوئي، قام الباحث Engelman سنة 1885 بتجربة مراحلها كالتالي:

• وضع طحلبا خيطيا (*Cladophora*) بين صفيحة وساترة، في قطرة ماء، ثم وضع التحضير تحت المجهر، وسلط عليه ضوءا محلا بواسطة موشور.

• أضاف إلى المحضر بكتيريات محبة للأوكسجين، وقادرة على الحركة في وسط سائل.

• تبين الوثيقة الموالية النتائج المحصل عليها بعد عدة دقائق.



1 - ما الهدف من إضافة البكتيريا إلى الوسط؟.

2 - حل الوثيقة، ماذا تستنتج؟.

3 - هل تتوافق نتائج التجربة مع معلوماتك؟.

4 - أكتب المعادلة الإجمالية لكل من الظاهرتين البيولوجيتين اللتان تقوم بهما كل من البكتيريا والطحلب.

II - لدراسة الظاهرة التي تقوم بها البكتيريا بصورة أدق نقوم بدراسة إحدى تجارب باستور حيث الجدول المجاور يوضح النتائج التجريبية لإحدى تجاربه بعد وضعه لخلايا الخميرة (كائنات حية وحيدة الخلية خالية اليخضور) في وسطين أحدهما هوائي والاخر آزوتي (لاهوائي).

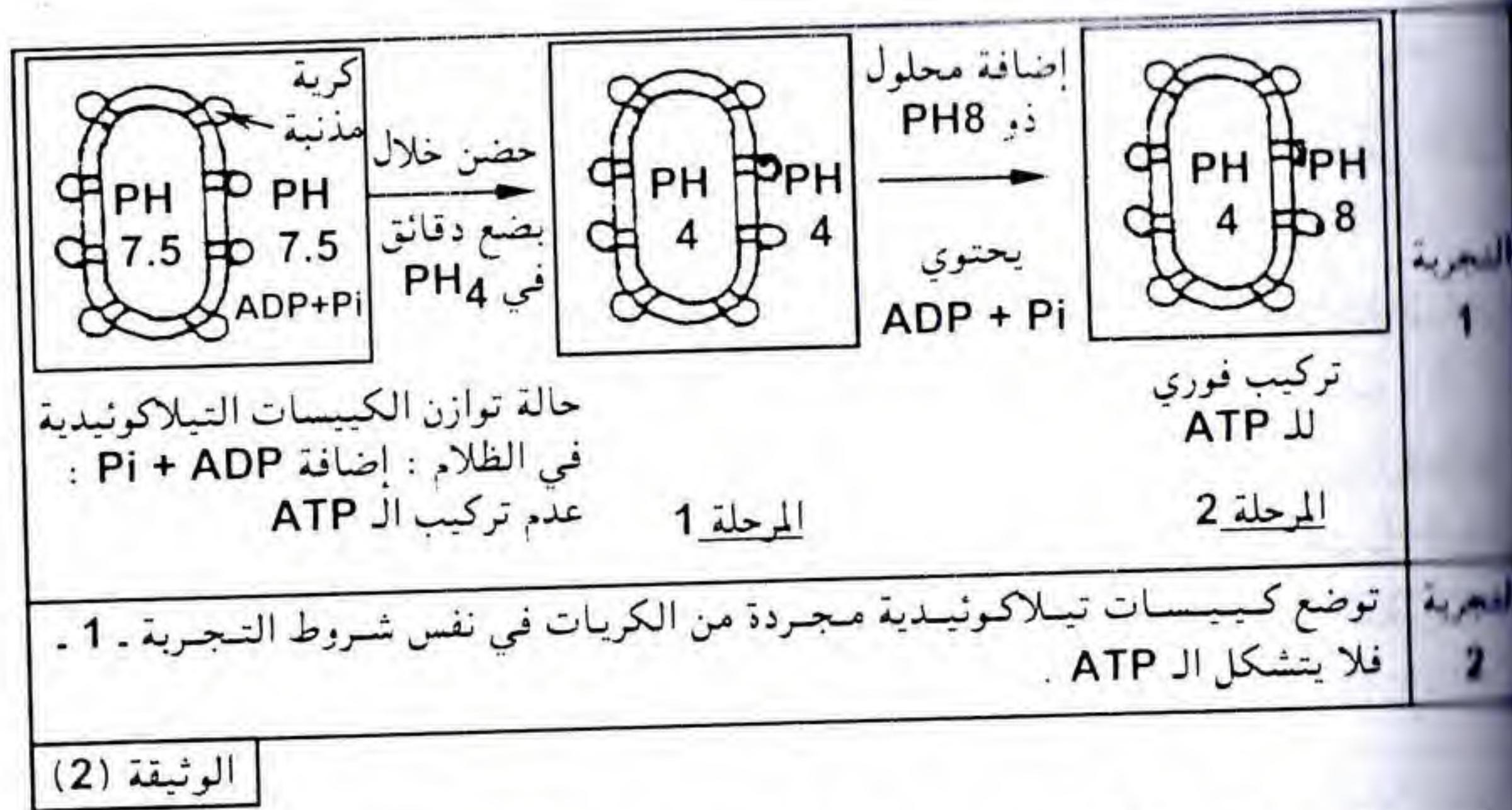
الشروط التجريبية	وسط هوائي	وسط لا هوائي
المدة الزمنية	9 أيام	3 أشهر
تركيز السكر	5	5
حجم المحلول (ملل)	3000	3000
الكمية الابتدائية للسكر (غ)	150	150
كمية السكر المستهلكة (غ)	150	45
كتلة الخميرة المتشكلة (غ)	1.970	0.255

• حل وفسر هذه النتائج، وماهي المعلومات المستخرجة؟.



(أ) - في إطار دراسة آلية تركيب الـ ATP في الميتوكوندري والصناعات الخطأ إليك المعطيات والأعمال التجريبية التالية:-

1. نعلم أن سلاسل نواقل الإلكترونات تتواجد ضمن الأغشية المتخصصة لها العضيتين. تمثل الوثيقة - 1 - بصفة مبسطة آلية نقل الإلكترونات :

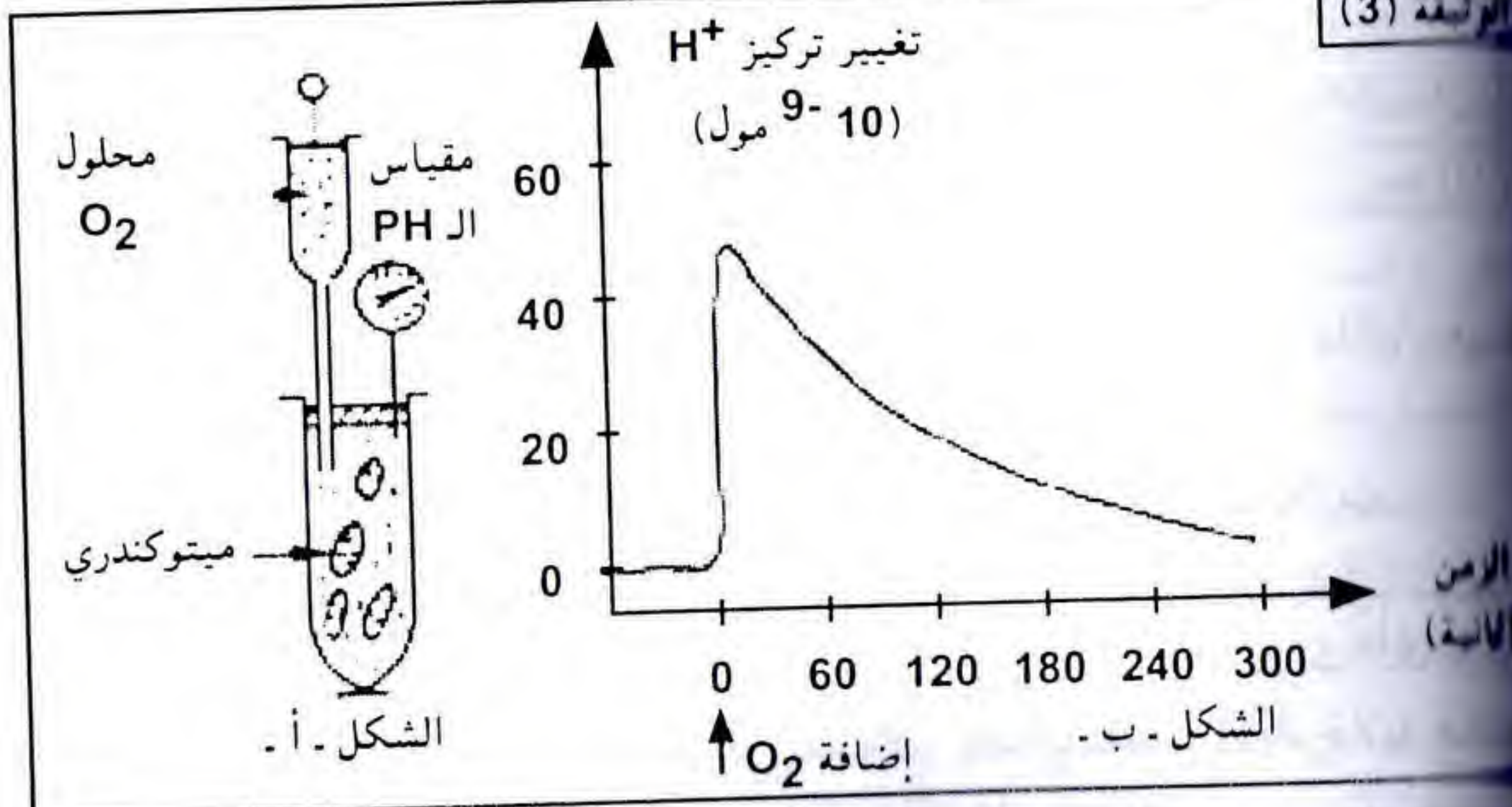


ب) نضع كيبيسات تيلاكويديية في شروط تجريبية مماثلة للمرحلة 2 (الوثيقة 2)، ونضيف للوسط الدينيتروفينول (DNP) التي تجعل غشاء التيلاكويدي نفوذا للبروتونات. نلاحظ عدم تركيب الـ ATP، كيف يمكن لهذه التجربة أن تؤكد النتائج السابقة للسؤال (أ)؟

3. يسمح التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة - 3 - (الشكل أ) بقياس تركيز البروتونات في معلق ميتوكوندري خال من الأكسجين، نضيف إلى هذا المعلق مركبا معطيا للإلكترونات قابلا للأكسدة مثل NADH، هذا الأخير غير مؤكسد.

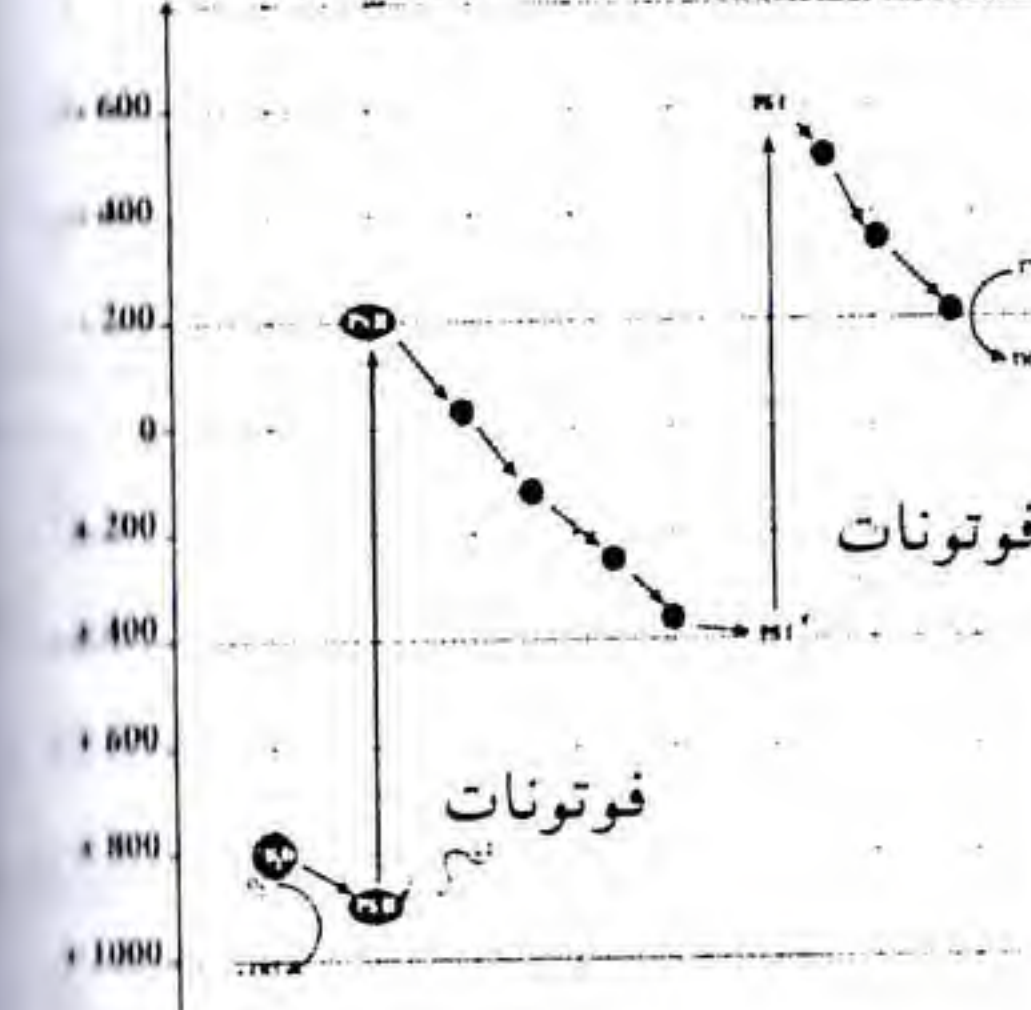
عند إضافة كمية محددة من  $O_2$  إلى المعلق، نلاحظ تغيرا في تركيز البروتونات في المعلق. النتائج المحصل عليها مدونة في منحنى الشكل - ب - من الوثيقة - 3 -.

الوثيقة (3)



كمون الأكسدة و الإرجاع

(ميلي فولط)



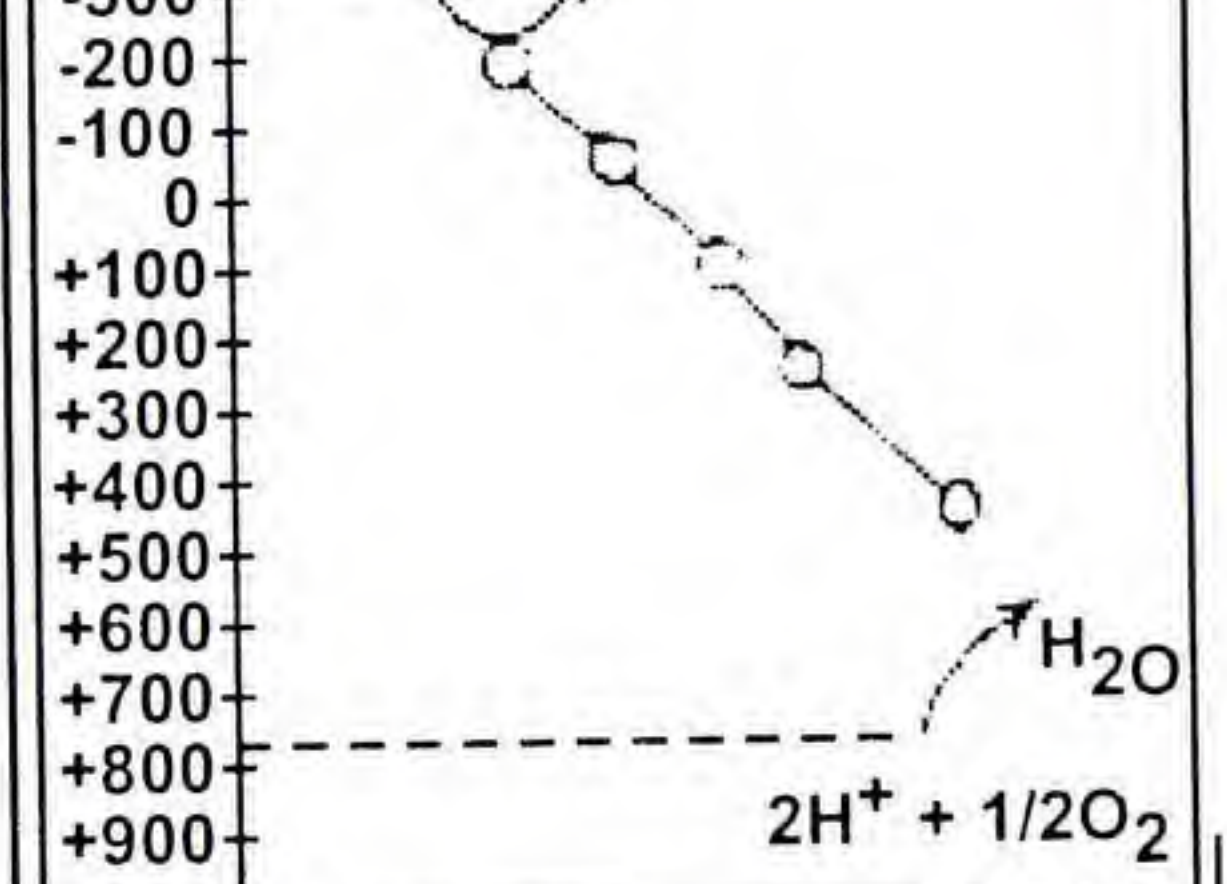
الشكل (I) : على مستوى الصناعات

كمون الأكسدة و الإرجاع

(ميلي فولط)

كمون الأكسدة و الإرجاع

(ميلي فولط)



الشكل (II) : على مستوى الميتوكوندري

الوثيقة (1)

مستعينا بالمعلومات التي تقدمها هذه الوثيقة و معارفك الخاصة، إشرح بالنسبة لكل من سلسلتي نقل الإلكترونات الآلية الفيزيائية التي تحدد نقل الإلكترونات.

2. تلخص الوثيقة - 2 - تجارب أجريت على كيبيسات تيلاكويديية معزولة خطأ.

- تؤدي تجارب مماثلة باستعمال حوصلات مقلوبة للميتوكوندري إلى نفس النتائج.

(أ) انطلاقا من هذه المعطيات إستخرج شروط تركيب الـ ATP التي تم إظهارها في هذه التجارب.



أ - فسر هذه النتائج.  
ب - ماهي المعلومة المكتملة التي تقدمها لك هذه التجربة فيما يخص الآلية المدروسة؟

أ - ماهي خصائص وسط الإستنبات ؟

ب - كيف تفسر هذه النتائج ؟ هل تؤكد هذه النتائج إجابتك للسؤال (2).

5 - قمت في المخبر بفحص هاتين الخليتين (س، ع)، فحصلت على الملاحظات التالية تحت شروط تجريبية مختلفة (الوثيقة II)، إذا علمت أن أخضر جانوس الممدد المستعمل يكون أخضرا في حالة الأكسدة ويزول لونه في حالة الإرجاع.

الملاحظة	المعاملة ب	وجود $CO_2$	التعرض للضوء	الخلية المدروسة
خلية الشكل (1)	أخضر جانوس الممدد	+	+	خلية الشكل (1)
خلية الشكل (2)	ماء اليود	+	-	خلية الشكل (2)
خلية الشكل (2)	ماء اليود	+	+	خلية الشكل (2)
خلية الشكل (2)	الماء المقطر	-	+	خلية الشكل (2)
خلية الشكل (2)	ماء اليود	-	+	خلية الشكل (2)

الوثيقة (II)

أ - فسر التغيرات اللونية على مستوى العناصر س، ع.

ب - ماهي الظواهر المراد دراستها من خلال النتائج الملاحظة؟

تمرين 66:

1 - لدراسة الظواهر الطاقوية للخلية أنجزت سلسلة من التجارب على طحالب *Mougesta* من نوع « Mougesta » في وسط زرع إصطناعي.

- التجربة الأولى : نستنتج هذه الطحالب في وسط زراعي غده بغاز  $CO_2$  يحتوي على أوكسجين مشع  $O^{18}$  ونتابع التطور الكمي لغاز  $CO_2$  المنحل في الوسط، حيث نعرض وسط الزرع بالتناوب للظلام ثم للضوء لفترات زمنية متعاقبة. النتائج المحفصل عليها مدونة في المنحنى (س) من الوثيقة 1 - .

- التجربة الثانية : في وسط خال من  $CO_2$ ، نرش الطحالب السابقة بمادة (فينيل لوريسان) التي تمنع حدوث المبادلات الغازية اليخضورية ونعرضها بالتناوب لفترات مضيئة وأخرى ظلامية.

لغرض قياس التطور الكمي لغاز  $CO_2$  في الوسط مكن من إنجاز المنحنى (ص) من الوثيقة 1 - .

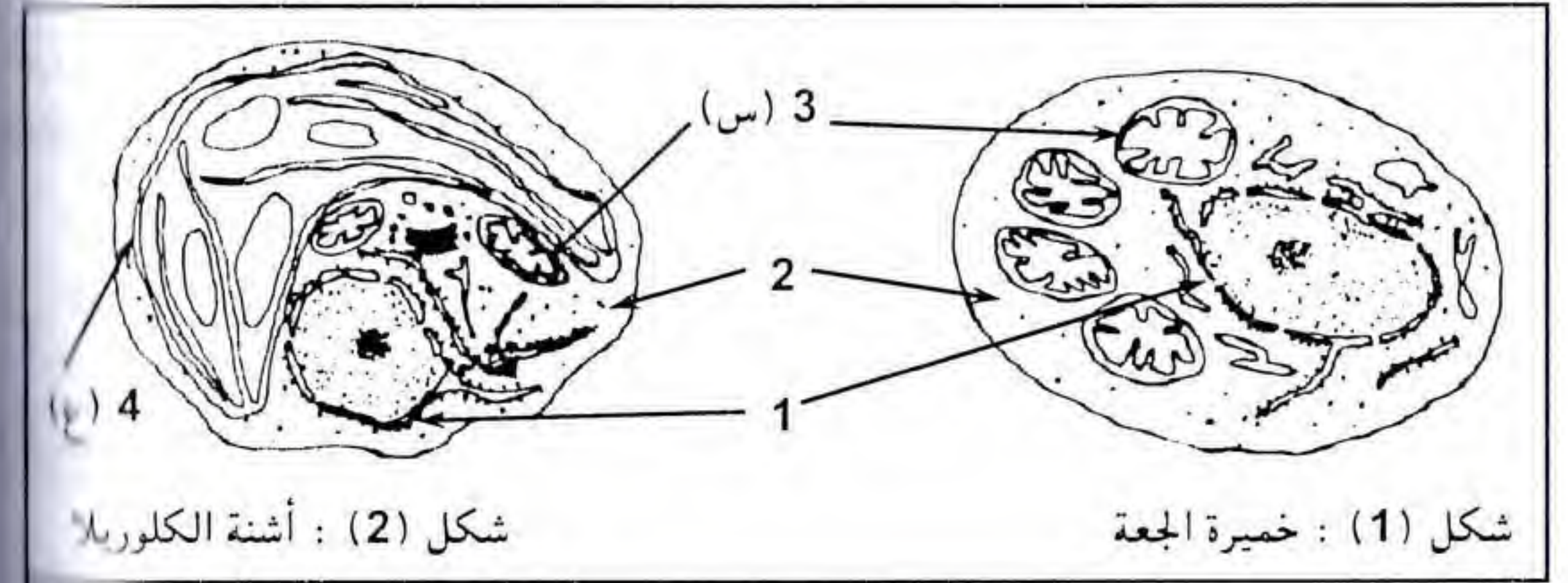
أ - فسر هذه النتائج.  
ب - ماهي المعلومة المكتملة التي تقدمها لك هذه التجربة فيما يخص الآلية المدروسة؟

4 - على أساس أجوبتك السابقة، لخص في بضعة أسطر الآلية المسؤولة مباشرة على إنتاج الـ ATP في الميتوكوندري والصانعة الخضراء.

5 - انطلاقا مما تحصلت عليه من هذه الدراسة ومعارفك الخاصة، بين برسم تخطيطي وظيفي مبسط عليه البيانات مكانة الـ ATP في تدفق الطاقة بداية من تحويل الطاقة الضوئية في الخلية ذاتية التغذية إلى استعمال الطاقة في الخلية غير ذاتية التغذية.

تمرين 65:

للخلية القدرة على استعمال المواد والطاقة المستقاة من الوسط المحيط بفضل سلسلة من التفاعلات الكيميائية مفادها النمو والتكاثر، مع الحفاظ على الخصائص النوعية.  
1 - الشكلان (1) و (2) من الوثيقة 1 - يمثلان فطر خميرة الجعة وأشنة الكلوريل وهما كائنات وحيدة الخلية.



الوثيقة (I)

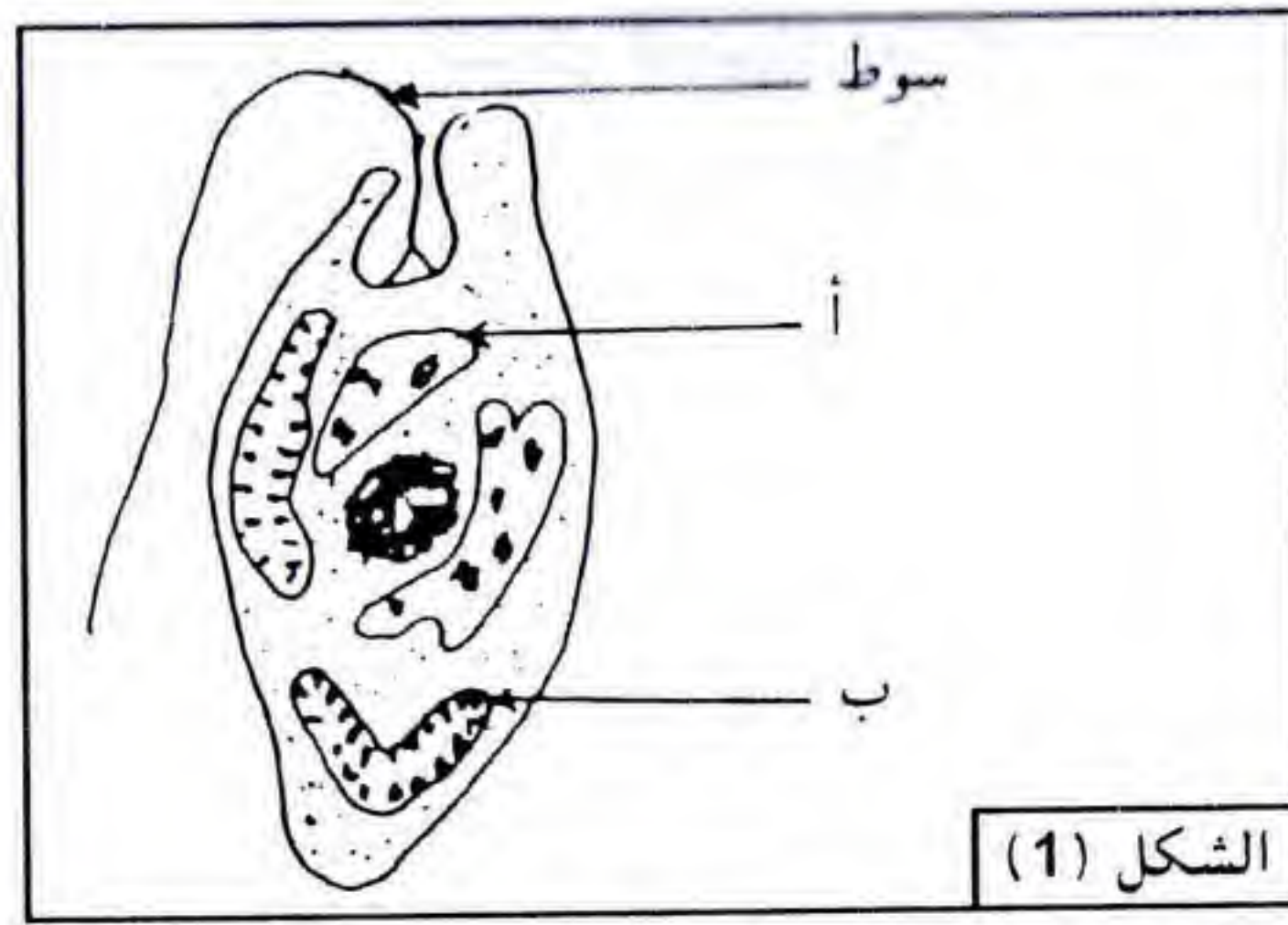
1 - اكتب البيانات المرقمة.

2 - ماهي الاختلافات البنيوية بين الكائنين الممثلين بالشكلين (1) و (2)، هل هناك علاقة بين هذه الاختلافات البنيوية ونمط حياة الكائنين ؟

3 - ارسم ما فوق بنية العنصرين (س) و (ع)، وارفقهما بالبيانات اللازمة.

4 - نحضر وسط إستنبات على النحو التالي : ماء ، فوسفات البوتاسيوم ، كبريتات المغنيزيوم ، كبريتات الحديد ، ثاني فحمات الكالسيوم ، نترات الكالسيوم وكبريتات المنغنيز. يقسم هذا الوسط إلى قسمين، يضاف للقسم الأول خلايا خميرة الجعة وللقسم الثاني أشنة الكلوريل، فنتحصل بذلك على معلقين.





الشكل (1)

الجدول الموالي يلخص سلوك الطحالب في أوساط زراعية مختلفة خلال عدة أيام:

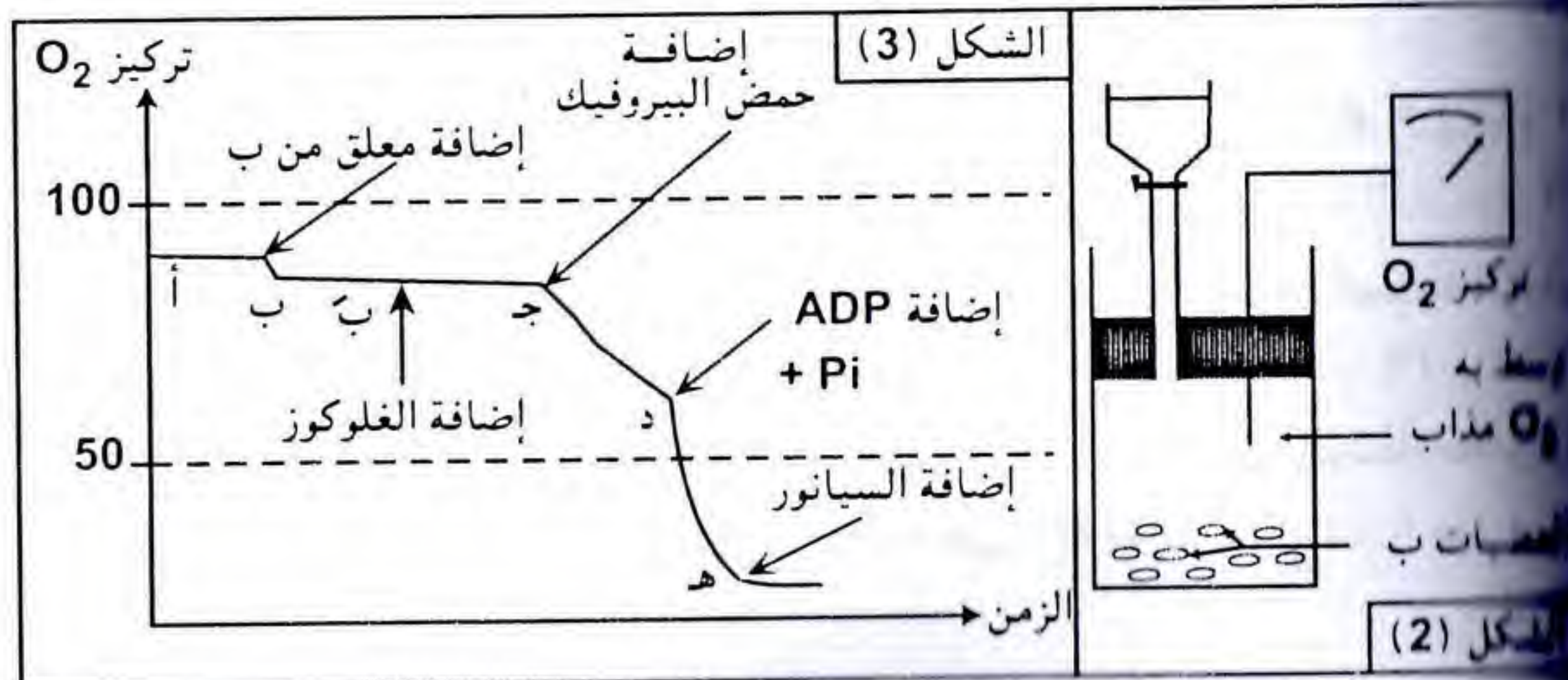
الوسط 2	الوسط 1	
ماء + أملاح معدنية + جلوكوز	ماء + أملاح معدنية	شروط الوسط
الطحالب خضراء تنمو وتتكاثر	الطحالب خضراء تنمو وتتكاثر	الضوء
الطحالب غير خضراء تنمو وتتكاثر	تموت الطحالب بسرعة	الظلام

1 - فسر النتائج المتحصل عليها في كلا الوسطين.

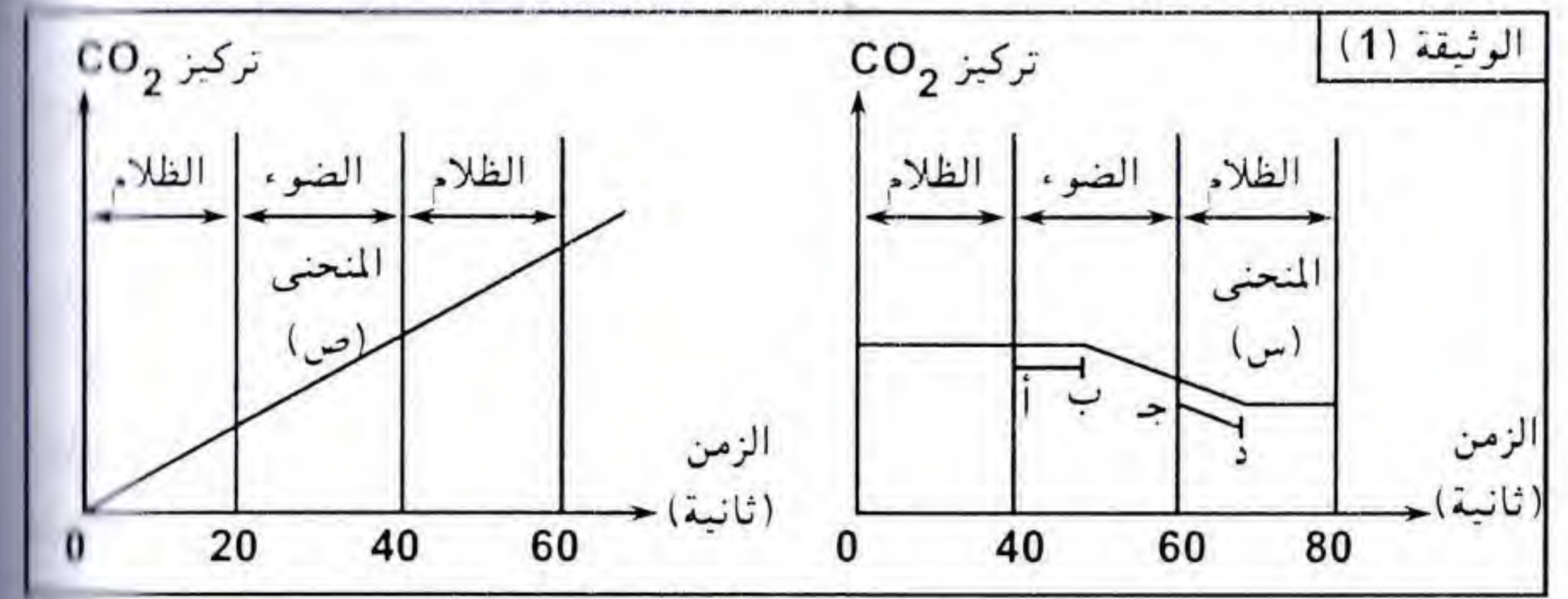
2 - إعتماذا على معطيات الجدول والشكل 1 هل بإمكانك التعرف على العضيتين أ، ب وعلاقتهما بسلوك الطحالب في الوسطين السابقين.

II - لغرض تحديد دورا العضية (ب) نقترح التجربة التالية:

\* التجربة: عزلت العضيات (ب) بواسطة جهاز الطرد المركزي، ووضعت في محلول مناسب (موقى ومتساوي التوتر) مشبع بالأكسجين - يمثل الشكل 2 جهاز قياس كمية الأكسجين في الوسط تبعا للزمن ولمختلف المواد المتفاعلة المضافة إلى الوسط، نتائج التسجيل مثلة ببيانيا في الشكل 3.



الشكل (2)



الوثيقة (1)

أ - حلل كلا من المنحنيين (س)، (ص) من الوثيقة 1 - ماذا تستنتج؟

ب - ماهي الظاهرة المعنية في كل تجربة؟ حدد مقر كل منها.

ج - ماهي المعلومة المستخلصة من التجربة الأولى فيما يخص تثبيت  $CO_2$ ؟

د - كيف تفسر كل من الجزئين أ، ب، ج، د من المنحنى (س)؟

2 - لمعرفة بعض المراحل الوسطية للظاهرة المبينة في التجربة الثانية، نرود

الطحالب في مرحلة أولى بمادة أبيضية ذات صيغة كيميائية  $H_2 - R - COOH$

{ $COOH$ } ذات أكسجين مشع، نسجل إستهلاكها كبيرا لهذه المادة ويرافق ذلك

ظهور غاز  $CO_2$  مشع في الوسط، وفي مرحلة ثانية نزود هذه الطحالب بنفس

المادة الأيضية ذات هيدروجين مشع  $\{H_2 - R - COOH\}$ ، نلاحظ ظهور ماء

مشع في وسط الزرع  $H_2O$ ، وبموازاة ذلك نسجل إنخفاضا محسوسا في تركيز

$O_2$  في وسط الزرع.

- أذكر إسم التفاعل المبين في كل مرحلة. ماذا تستخلص؟

3 - بالإعتماد على النتائج المستخلصة من هذه التجارب ومن معلوماتك الخاصة

وضح العلاقة الموجودة بين هاتين الظاهرتين اللتين كانتا محل دراسة في هذا

التمرين مدعما إجابتك بمعادلات كيميائية إجمالية.

### تمرين 67:

1 - البوغولينا طحلب وحيد الخلية - الشكل (1) يمكن زراعته في أوساط غذائية مختلفة في وجود الضوء أو في غيابه.

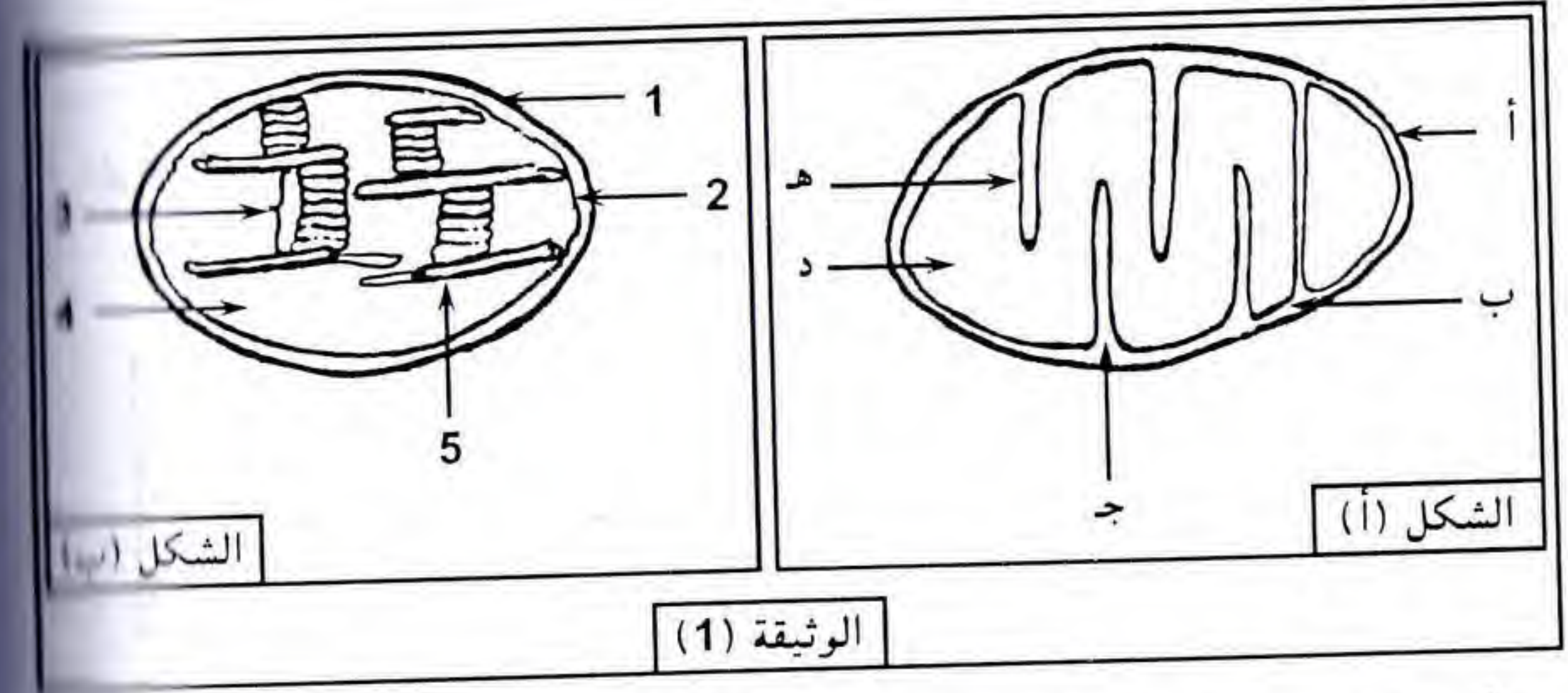


2- لخص في رسم تخطيطي وظيفي أهم مراحل الظاهرة المعنية، محددا مقرها

يحيى بن يحيى

## تمرین 68:

1 - لغرض دراسة الظواهر الطاقوية للخلية نقترح عليك الوثيقة (1) التي تم إنجازها انطلاقاً من فحص بالمجهر الإلكتروني.



أ - تعرف على العناصر المشار إليها في شكلي الوثيقة (1) مع ذكر عنوان مناسب لكل منهما.

ب - في أي نوع من الخلايا توجد مثل هذه العضيات ؟

2. قصد معرفة كيفية تحول الطاقة على مستوى الخلية النباتية اليخضورية أجريت التجارب التالية :

أ - وضعت عضيات الشكل (ب) للوثيقة - 1 - معزولة في وسط ماء ذو أوكسجين مشع  $(H_2O^+)$  و **ADP** و **Pi** ومادة مستقبلة للإلكترونات والبروتونات  $(H^+, e^-)$  يرمز لها بـ : T.

\* عند إضاءة التركيب التجريبي نلاحظ : انطلاق  $O_2$  + إنتاج ATP + إرجاع  $TH_2$  إلى  $TH_2$ .

\* عند وضع التركيب التجريبي في الظلام نلاحظ : توقف الظواهر السابقة، كيف تفسر هذه النتائج ؟

ب - نعيد التجربة السابقة في وجود الضوء لكن كمية النواقل في الوسط محدود  
نلاحظ توقف إطلاق  $O_2$  (المشح) بعد مدة معينة من إنطلاقها.

ماهي المعلومة التي تقدمها لك هذه التجربة ؟

3. لدراسة تحويل الطاقة على مستوى خلية حيوانية، نقوم بالتجربة التالية :

يُحفظن نسيجا حيوانيا في وسط غني بالـ  $O_2$  وبه غلوكوز ذو كربون مشع نعاير المركبات الناتجة على فترات زمنية معينة، النتائج المتحصل عليها مدونة في جدول الوصفة (2).

الأزمة	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي	
		العضية (أ)	الهياويلازم
0	++++ G		
1	++ G	++ G	
2		++ P	++ P
3	+ CO <sub>2</sub>	++ P	+ K
4	++ CO <sub>2</sub>	+++ K	

المفتاح :

G : غلوكوز.

P : حمض البيروفيك.

K : مركبات حلقة كريبس.

+++ : كميات معتبرة.

++ : كميات متوسطة.

+: كميات ضئيلة.

الوثيقة (2)

حلل هذه النتائج وماذا تستخلص ؟

4. لخص (دون شرح) المراحل الأساسية للتحويلات الطاقوية التي تمت دراستها في التمرين محددا مقر كل منها على مستوى عضيات الوثيقة - 1.

## المريين 69:

1. عزلت صانعات خضراء و وضعت في وسط خالي من  $\text{CO}_2$  و معرض للضوء الأبيض ، يضاف باستمرار كل من  $\text{NADP}^+$  و  $\text{ADP}$  و  $\text{Pi}$  ف لوحظ إنطلاق غاز  $\text{O}_2$  إلا إنه لا يتم إصطناع الجزيئات العضوية.

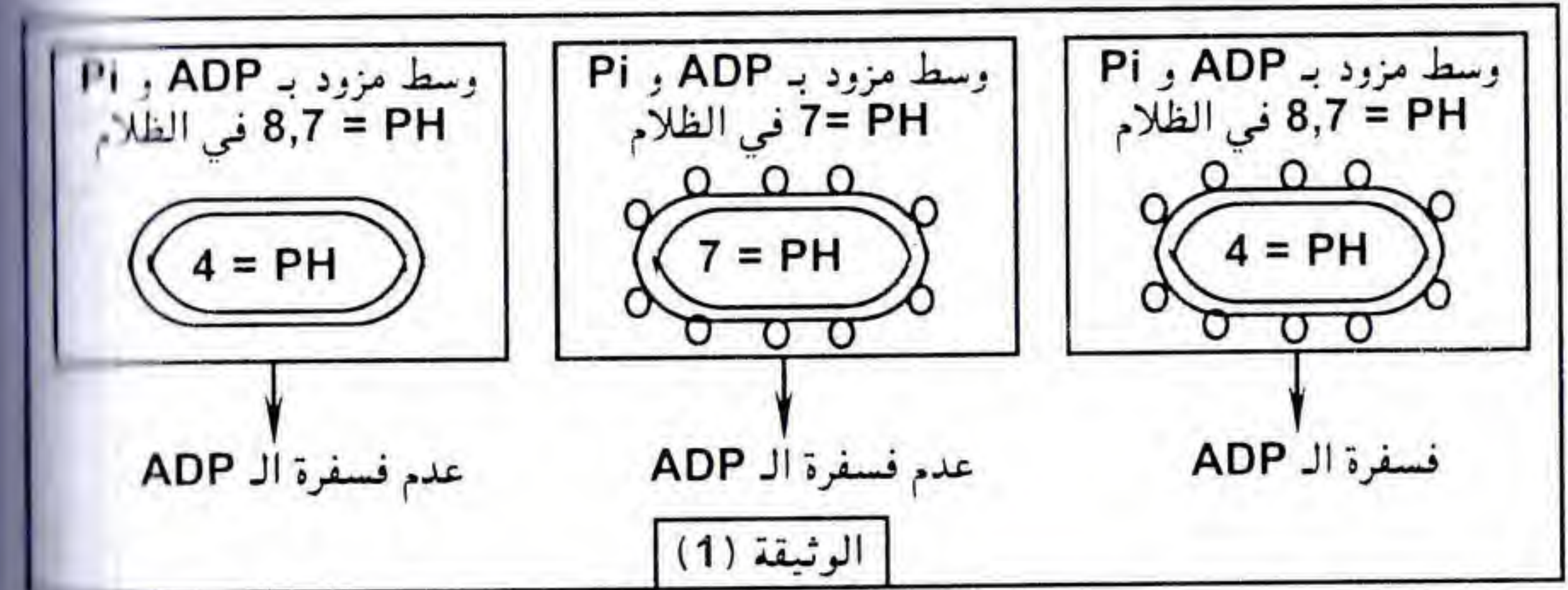
١. فسر هذه النتائج ، و كيف تسمح الإضافة المتجددة لـ  $\text{NADP}^+$  و  $\text{ADP}$  و بحدوث الظاهرة (انطلاق  $\text{O}_2$ ) ؟

ب. إذا أعيدت نفس التجربة السابقة مع إضافة كمية محددة من  $\text{NADP}^+$  و  $\text{ADP}$  فإنه بعد مدة يتوقف انطلاق الأكسجين ، و يلاحظ إنطلاقه من جديد عند إمداد الوسط بـ  $\text{CO}_2$  .

لنفس هذه النتائج ، و هل يمكن اصطناع الجزئيات العضوية في هذه الشروط ؟ علل



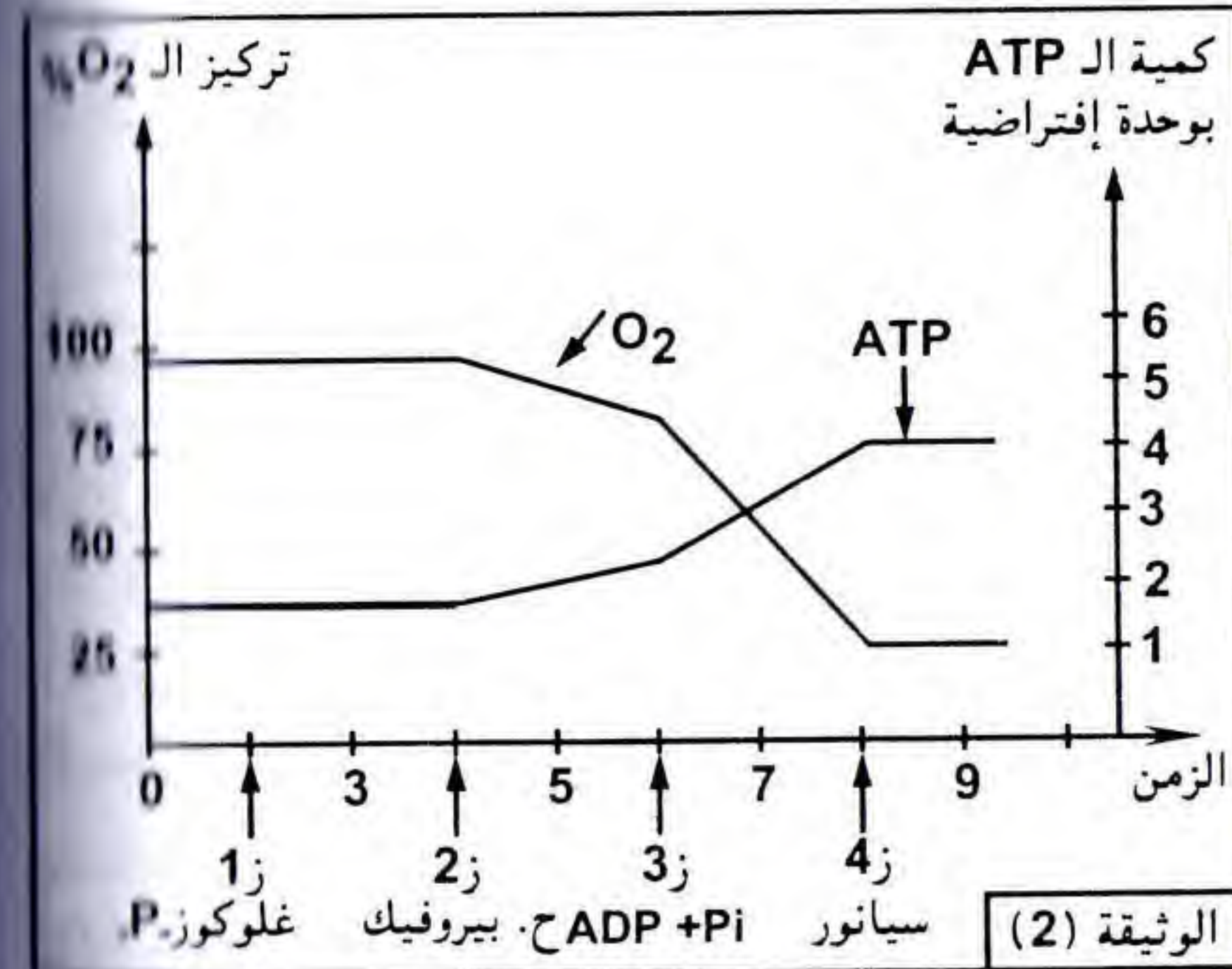
2 - بتقنية ما فوق الطرد المركزي للجزئية تم عزل كيبسات ثم أجريت التجارب المبينة في الوثيقة (1).



أ - ماذا تستخلص من هذه التجارب؟

ب - هل تحصل على نفس النتائج إذا أجريت التجربتان (1) ، (3) في الضوء الأبيض ؟ علل إجابتك.

3 - لدراسة النشاط الخلوي المرتبط بتدخل الميتوكوندري عزلت هذه العناصر وضعت في جهاز قياس يحتوي محلولاً مغذياً درجة حموضته متعادلة ( $PH = 7,5$ ) و مشبع بالأكسجين ، تم قياس تغيرات كمية الأكسجين و الـ ATP في شروط تجريبية مختلفة :



- في الزمن 1 ز تضاف كمية قليلة من الغلوكوز المفسفر.

- في الزمن 2 ز تضاف إلى الوسط كمية من حمض البيروفيك.

- في الزمن 3 ز تضاف إلى الوسط 200 ميكرومول من الـ  $P_i + ADP$ .

- في الزمن 4 ز تضاف إلى الوسط كمية من السيانور (يوقف السيانور أحد أنزيمات السلسلة التنفسية).

- النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (2).

\* حلل هذه النتائج ، و ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها ؟

4 - هل تسمح هذه المعطيات بتحديد المراحل الأساسية للنشاط الذي تقوم به الميتوكوندري ؟ علل إجابتك.

### تمرين 70:

أ - لمعرفة شروط تركيب الـ ATP في مستوى الميتوكوندري (الوثيقة 2) ننجز التجارب التالية بحيث تحتوي المنطقة (ب) على الـ ADP و  $P_i$  ، لاحظ الشروط والنتائج في الجدول (الوثيقة 1).

التجارب	المنطقة - أ -	المنطقة - ب -	المنطقة - ج -	النتائج
1	$PH = 7$	$PH = 7$	وجود الكريات المذنبية	عدم تركيب الـ ATP
2	$PH = 4$	$PH = 7$	وجود الكريات المذنبية	تركيب الـ ATP
2	$PH = 4$	$PH = 7$	إنعدام الكريات المذنبية	عدم تركيب الـ ATP

الوثيقة (1)

1 - قارن بين نتائج هذه التجارب إستخلص شروط تركيب الـ ATP.

2 - مثل برسم تخطيطي مراحل تركيب الـ ATP في التجربة 2 من الجدول.

ب - إعتماذا على المعلومات المستخلصة وبالإستعانة بمعلوماتك مع البيانات مكان الأرقام المؤشرة في الوثيقة 3 - بعد إعادة رسمها.

أشرح في نص علمي وجيز التكامل الوظيفي بين الصانعة الخضراء والميتوكوندري.



أ - سم الظواهر الممثلة بالأرقام 1، 2، 3، 4. حدد مقرها، ثم أكتب المعادلة الإجمالية لكل منها.

ب - أذكر مكونات جزيئة الـ ATP ثم بين برسم تخطيطي مبسط كيفية ترتيب هذه المكونات.

ج - ماهو الفرق بين دور جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال الظاهرة 1 والظاهرة 4.

د - إستخرج من المخطط الأدلة التي تبين أن جزيئة الـ ATP تلعب دور عامل اتصال طاقي، مع التعليل.

هـ - سم الآلية الفيزيائية التي ترافق حدوث الظاهرة 1 و 4 ثم إشرح علاقتها بجزيئة الـ ATP.

### تمرين 72:

نريد دراسة بعض جوانب آليات تحويل الطاقة على مستوى خلية ذاتية التغذية.

أ - تمثل الوثيقة (I) رسماً تخطيطياً للخلية الدقيقة لأشنة الكلوريل.

1 - ضع البيانات حسب الترقيم المعطى.

2 - لماذا تعتبر هذه الأشنة ذاتية التغذية؟

3 - إن العنصرين س، ع يعتبران مقراً لظاهرتين بيولوجيتين مهمتين.

أ - سمي هاذين العنصرين س، ع مع ذكر الظاهرة على مستوى كل واحد منهما.

ب - كل شكل من شكلي الوثيقة (II) تمثل مرحلة مهمة من إحدى الظاهرتين البيولوجيتين السابقتين.

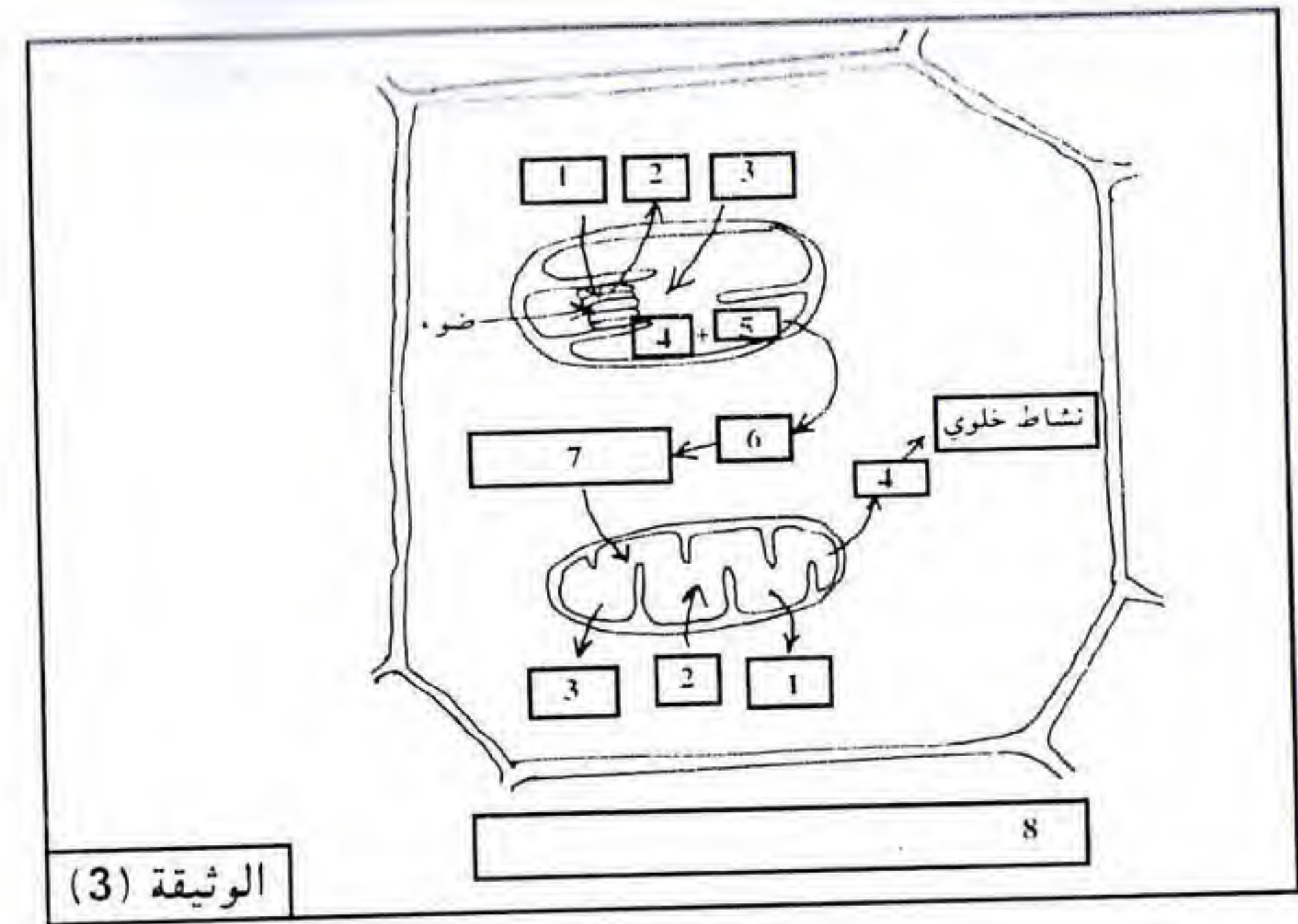
أ - سمي هاتين المرحلتين.

ب - ضع البيانات حسب الترقيم دون إعادة الرسم.

ج - بين بالنسبة لكل شكل بجدول:

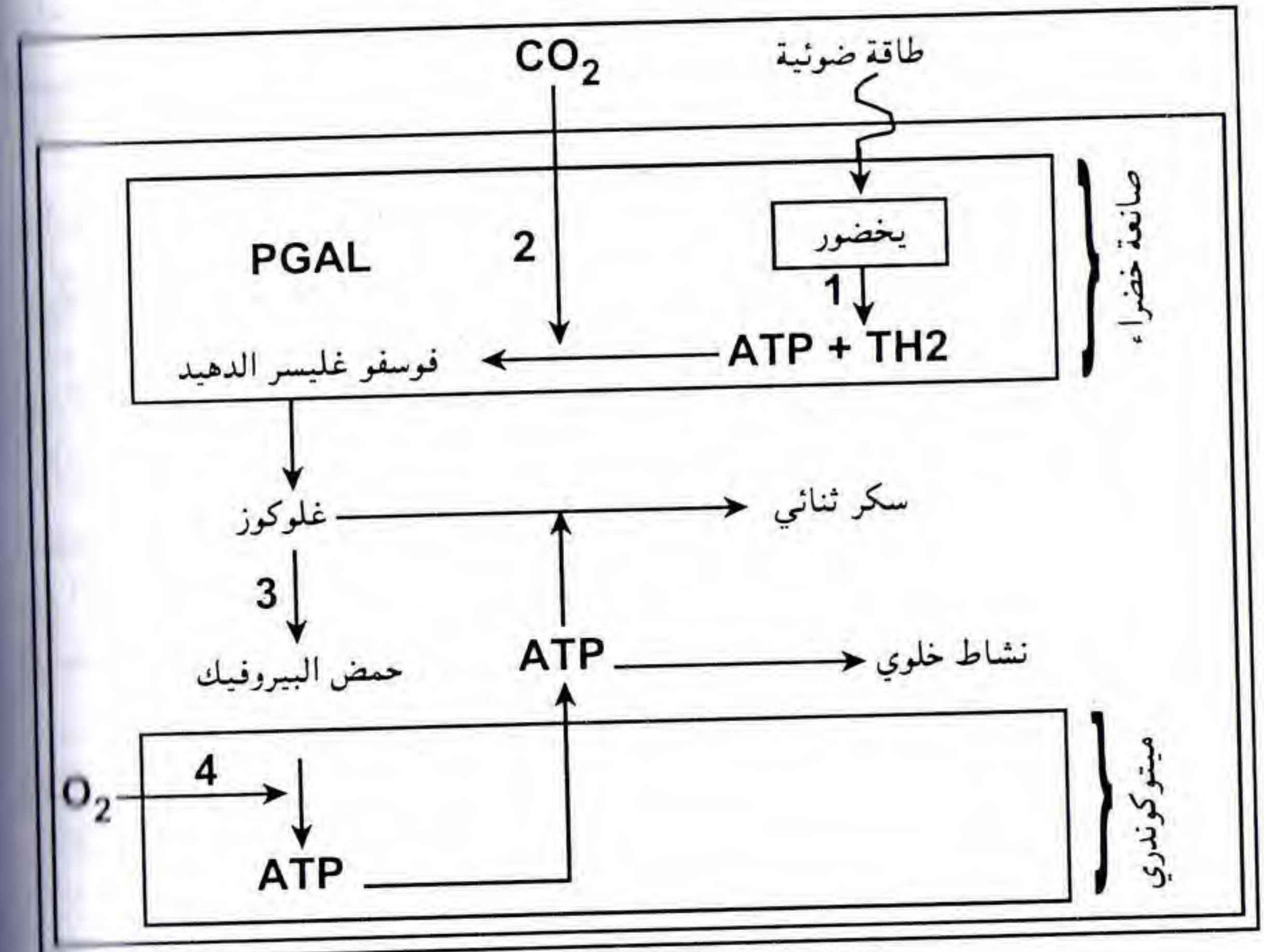
مصدر كل من 3 و 3 ثم 4 و 4 التي يتم نقلها على مستوى الأغشية في كل من الشكلين (1) و (2) من الوثيقة (II).

الآلية الفيزيائية التي تحدد اتجاه نقل كل من 3، 3 و 4، 4 في نهاية سلسلة النقل. شكل العنصر 8 و 8.



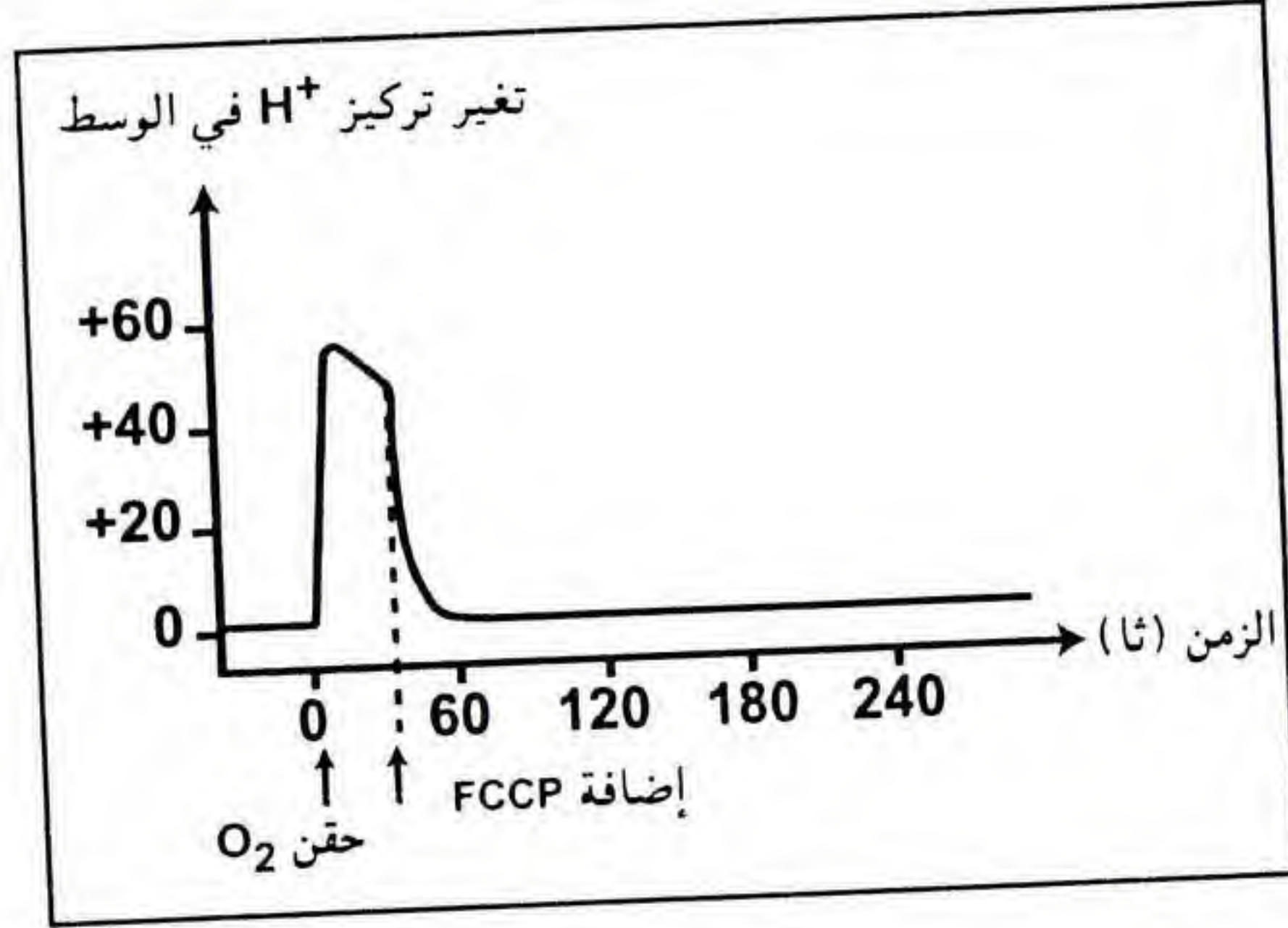
### تمرين 71:

تشكل المواد العضوية مصدراً للطاقة اللازمة لحياة الكائنات الحية لاحتوائها على طاقة كامنة في روابطها الكيميائية. نريد أن نبرز بعض مظاهر وآليات التحول الطاقي بالخلية، إن الوثيقة الموالية تظهر بصورة مبسطة بعض التحولات الطاقوية بالخلية.





- 1 - فسر هذه النتائج التجريبية (علما أن أزرق الميثيلين يزول لونه في حالة الإرجاع)
- 2 - مستعينا بمعلوماتك مثل دورة تثبيت غاز  $CO_2$  (دورة كالفن).
- 3 - لو فرضنا أن الصانعة إستهلكت 72 جزيئة  $CO_2$  المشعة.
- أحسب عدد جزيئات الـ **APG** والـ **RDP** والفركتوز المتشكلة.
- أحسب عدد  $NADPH_2$  والـ **ATP** المستهلكة.
- 4 - حدد الأهمية البيولوجية للظاهرة التي تقوم بها الصانعات الخضراء في حياة الخلية.
- 5 - نقوم هذه المرة



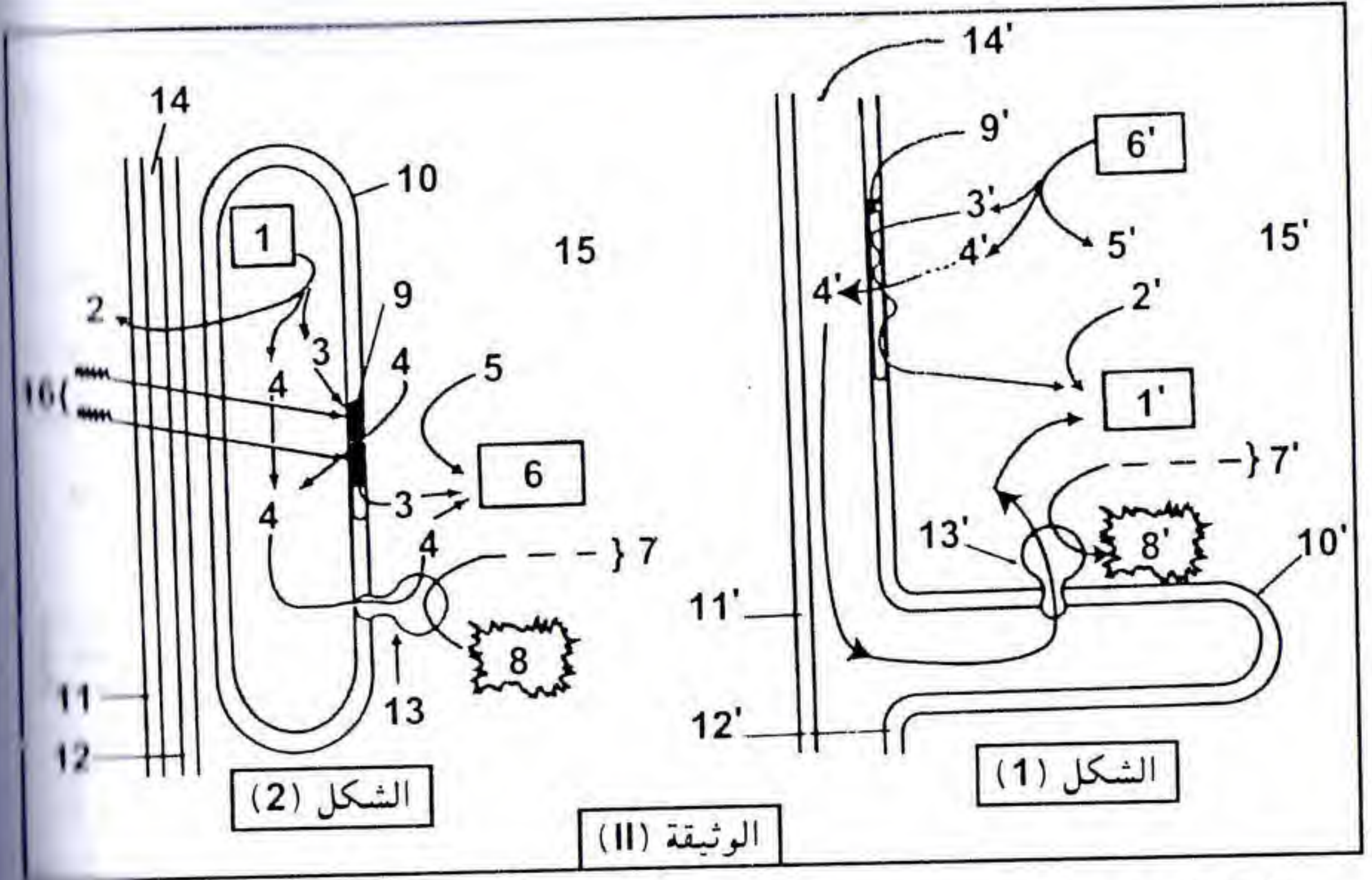
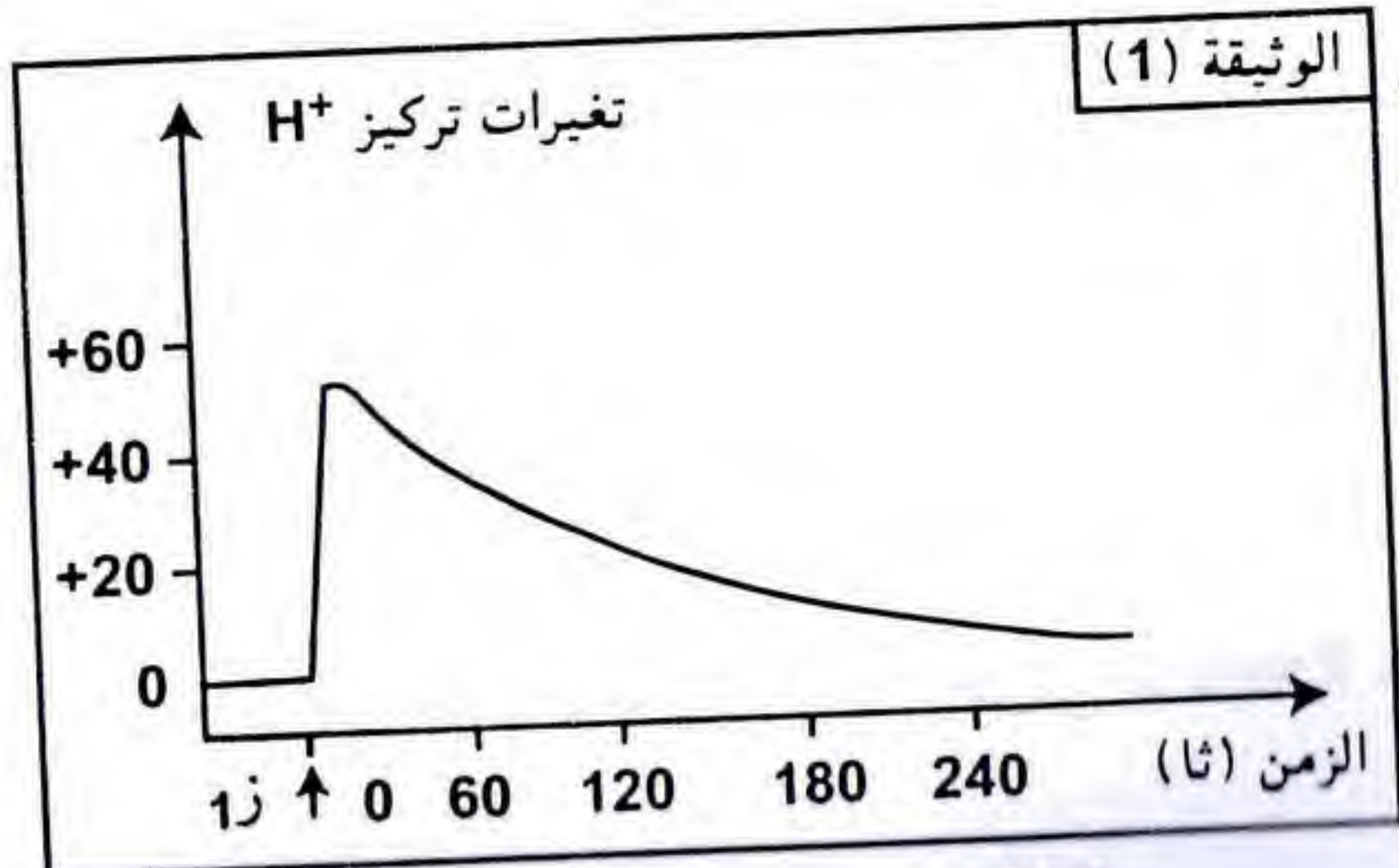
بوضع الميتوكوندريات في وسط لاهوائي وفي الزمن 1 نظيف للوسط كمية من الأكسجين وفي الزمن 2 نظيف مادة FCCP التي تجعل إنشاء الميتوكوندري القدرة للبروتونات ( $H^+$ ) ولم قياس PH الوسط وحصلت نتائج القياس في المعنى المجاور.

حلل المنحنى وماذا تستخلص.

ب - إنطلاقا من المعلومات المستخلصة من التمرين ومعلوماتك، أنجز رسما تركيبيا يبرز فيه العلاقة الوظيفية بين الميتوكوندري والصانعة الخضراء.

### التمرين 74:

أ - وضعت ميتوكوندريات معزولة في وسط خال من الـ  $O_2$ . في 1 لم حقن كمية من الـ  $O_2$  في هذا الوسط، وخلال هذه التجربة يتم استمرار قياس تغيرات PH الوسط. والنتائج



المعادلة الإجمالية لمرحلتي الشكلين (1) و (2).

ماهي المراحل الناقصة من كل ظاهرة، حدد مقرها ومعادلتها الإجمالية.

المعادلة الإجمالية للظاهرتين التي تمثل الأشكال (1) و (2) مرحلة من مراحلها.

قارن بين مرحلتي الشكل (1) والشكل (2) بنص علمي مختصر عما يحدث فيها.

### تمرين 73:

أ - لإظهار نشاط الصانعات الخضراء نجري سلسلة تجارب في درجة حرارة ثابتة الشروط والنتائج ندونها في الجدول التالي:

المجاميع	الشروط التجريبية	النتائج بعد 10 دقائق
المجموعة 1	- معلق الصانعات معرضة للضوء. - وسط إستنبات خالي من $CO_2$ . - أزرق الميثيلين المؤكسد.	- زوال اللون الأزرق. - عدم تركيب جزيئات عضوية.
المجموعة 2	- معلق الصانعات موضوعة في الظلام. - وسط إستنبات به $CO_2$ . - أزرق الميثيلين المؤكسد.	- بقاء اللون الأزرق. - عدم تركيب جزيئات عضوية.
المجموعة 3	- معلق الصانعات معرضة للضوء. - وسط إستنبات به $CO_2$ . - أزرق الميثيلين المؤكسد.	- زوال اللون وعودة ظهوره. - تركيب جزيئات عضوية.



المتحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (1):

أ - إذا علمت أن الغشاء الخارجي للميتوكوندري نفوذ للبروتونات  $H^+$  فكيف تفسر تغيرات الـ  $PH$ ، المبينة في المنحنى؟

ب - ماهي العلاقة الموجودة بين هذا التدرج في الـ  $PH$  وتكون الـ  $ATP$ ؟ وضع ذلك.

II - وضع معلق الصانعات الخضراء في محلول واق خال من  $CO_2$ ، ثم أجري عليها عدة تجارب ضمن درجة حرارة ثابتة وفي وجود مركب (D-6-2) كـ كلوروفينول أندوفينول لونه أزرق إذا كان مؤكسداً وعديم اللون إذا كان مرجعاً، والجدول التالي يوضح الشروط التجريبية والنتائج المتحصل عليها:

الأنابيب	محتوى الأنابيب	الضوء	النتيجة بعد مدة من الزمن
المجموعة الأولى	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء + 1 ملل مركب 2-6-D	+	زوال لون مركب 2-6-D
المجموعة الثانية	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء + 1 ملل مركب 2-6-D	-	عدم زوال اللون
المجموعة الثالثة	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء مسخن لدرجة $100^{\circ}C$ لمدة 10 دقائق + 1 ملل من مركب 2-6-D	+	عدم زوال اللون

1 - حلل نتائج هذه التجارب، ماذا تستخلص؟

2 - فسر باختصار ما حدث في المجموعة الأولى من الأنابيب؟

3 - ماهي المرحلة التي تم إظهارها في هذه التجارب؟ مع ذكر نواتجها النهائية مع التعليل.

### تمرين 75:

في إطار دراسة وظيفة كل من الميتوكوندري والصانعة الخضراء نقوم بالتجارب التالية:

التجربة الأولى: ندخل في جهاز تجريبي الـ Exao ميتوكوندريات مستخلصة

من خلايا حيوانية بتقنية الطرد المركزي والموضوعة في محلول موقي مناسب، يسمح لهذا الجهاز بإظهار إمتصاص غاز الـ  $O_2$  واستهلاك مادة الأيض.

نقوم بقياس نسبة الـ  $O_2$  في الوسط بدلالة الزمن: في ز1 نضيف كمية قليلة من الجلوكوز وفي ز2 نضيف كمية من حمض البيروفيك.

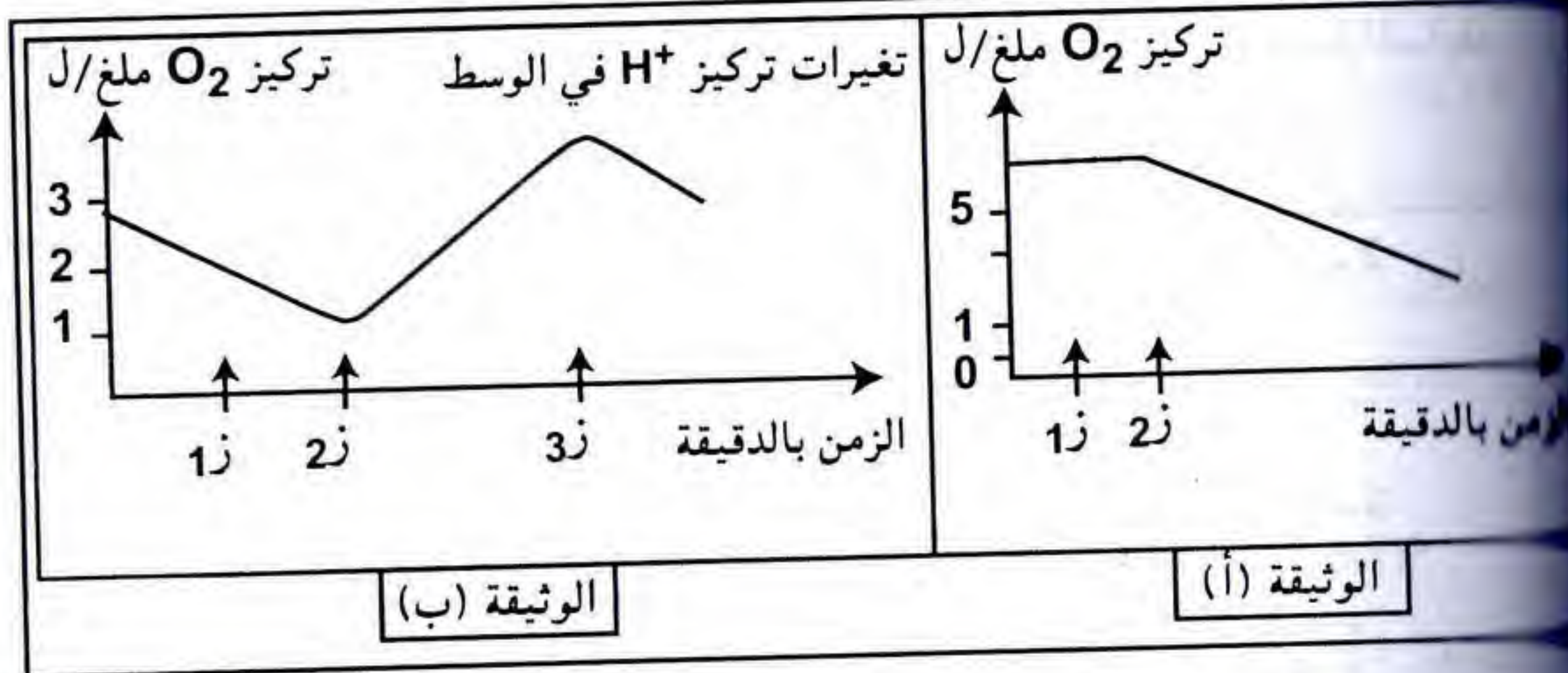
النتائج المحصل عليها على شاشة الحاسوب موضحة في منحنى الوثيقة (أ).

التجربة الثانية: نضع مستخلصاً خلويًا يحتوي صانعات خضراء بالإضافة إلى مضخات أخرى، في جهاز تجريبي مماثل للجهاز المستعمل في التجربة الأولى، نقوم بقياس نسبة الأوكسجين  $O_2$  في الوسط بدلالة الزمن.

في الزمن ز1: نعرض المحضر للضوء.

في الزمن ز2: نحقن في المحضر مادة مستقبلية للإلكترونات.

في الزمن ز3: نوقف الإضاءة.



النتائج المحصل عليها على شاشة الحاسوب موضحة في منحنى الوثيقة (ب).

- 1 - حلل بصورة مفصلة الوثيقتين (أ) و (ب)، ماذا يمكنك أن تستنتج؟
- 2 - ماهي الظاهرة الفيزيولوجية الهامة التي تحدث في مستوى كل من العضيتين؟

### تمرين 76:

1 - تمثل الوثيقة التالية ما فوق البنية الخلوية لعضية قيل عنها «لو أفقدت سطح نسبة كبيرة من الحياة على سطح الأرض».



- أ. اقرأ المخطط بعناية ثم إملأ الفراغات المرقمة بالبيانات المناسبة دون إعادة رسم المخطط.  
ب. حدد طبيعة الطاقة في المستويات I ، II ، III.

### تمرين 77:

ليكون في متناول الكائنات الحية مصدر طاقة قابلة للاستعمال من طرف الخلايا، فإنها تقوم بتحويل الطاقة المستمدة من الوسط الخارجي إلى طاقة كيميائية يتحول جزء منها إلى جزيئات خاصة هي الـ **ATP**. نقترح عليك دراسة دور هذه الجزيئة في عمليات تحويل الطاقة داخل الخلية.

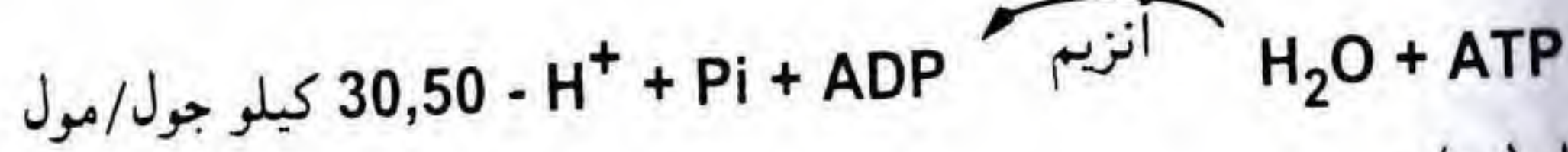
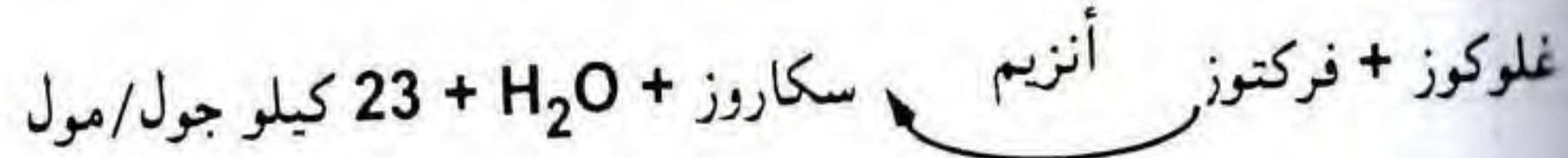
(أ) - يعتبر الـ **ATP** مركب كيميائي حيوي ذو قدرة طاقوية عالية .

1 - أذكر مختلف مكونات الـ **ATP** و مثل بواسطة رسم تخطيطي مبسط عليه البيانات كيفية ترتيب مكونات هذه الجزيئة، ثم حدد على هذا الرسم المنجز جزيئتي الـ **AMP** والـ **ADP**.

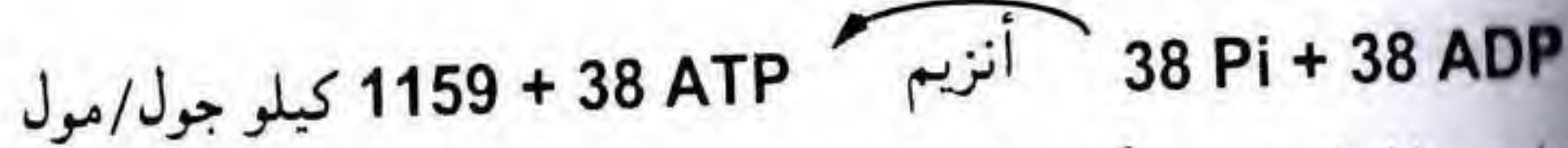
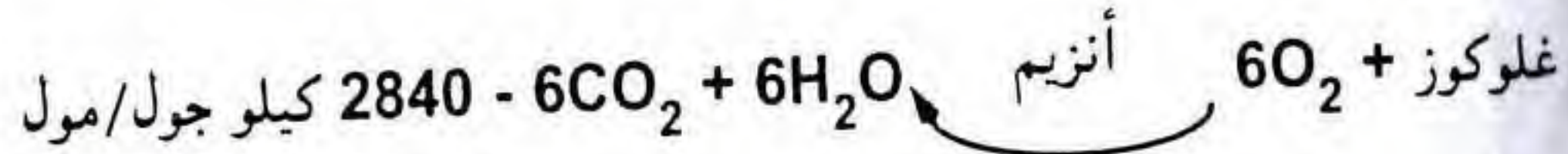
2 - لماذا يعتبر الـ **ATP** جزيئة ذات قدرة طاقوية عالية ؟

3 - لديك التفاعلين الإجماليين التاليين :

(أ) التفاعل

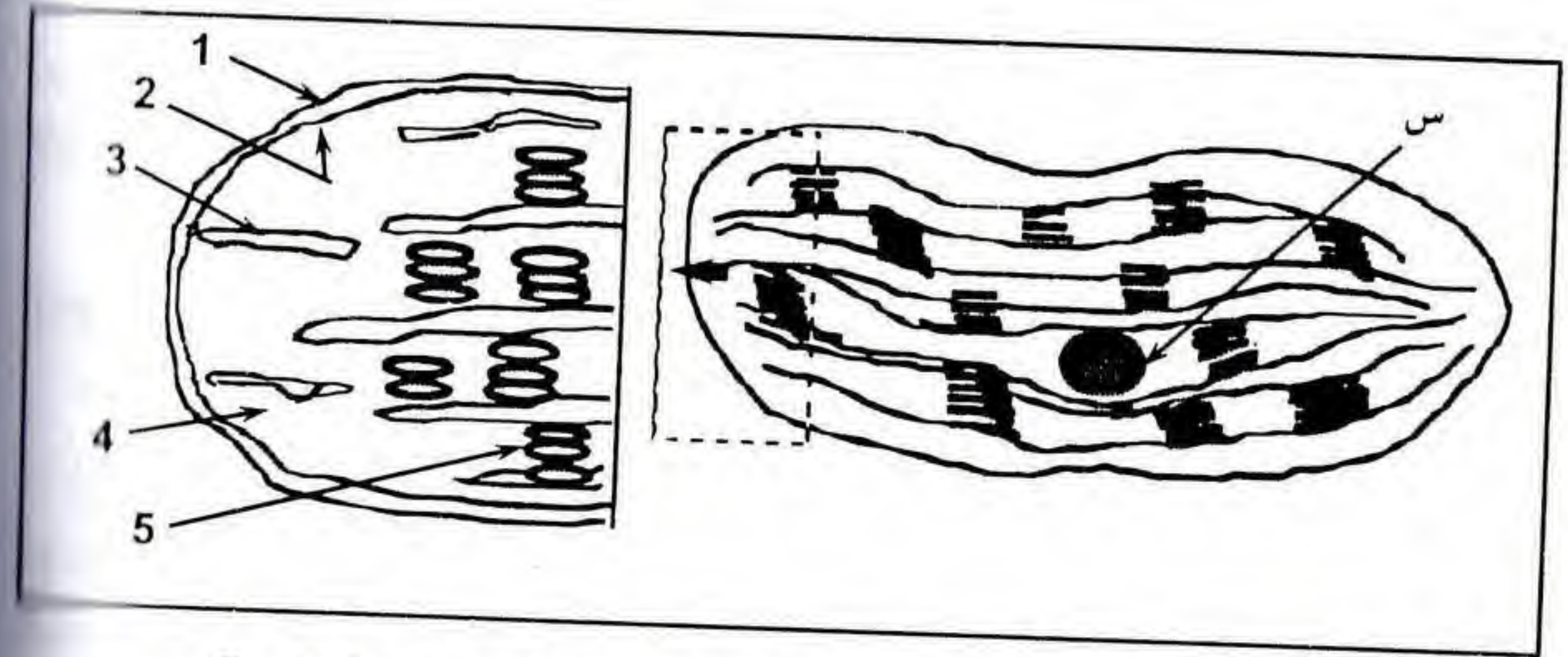


(ب) التفاعل :



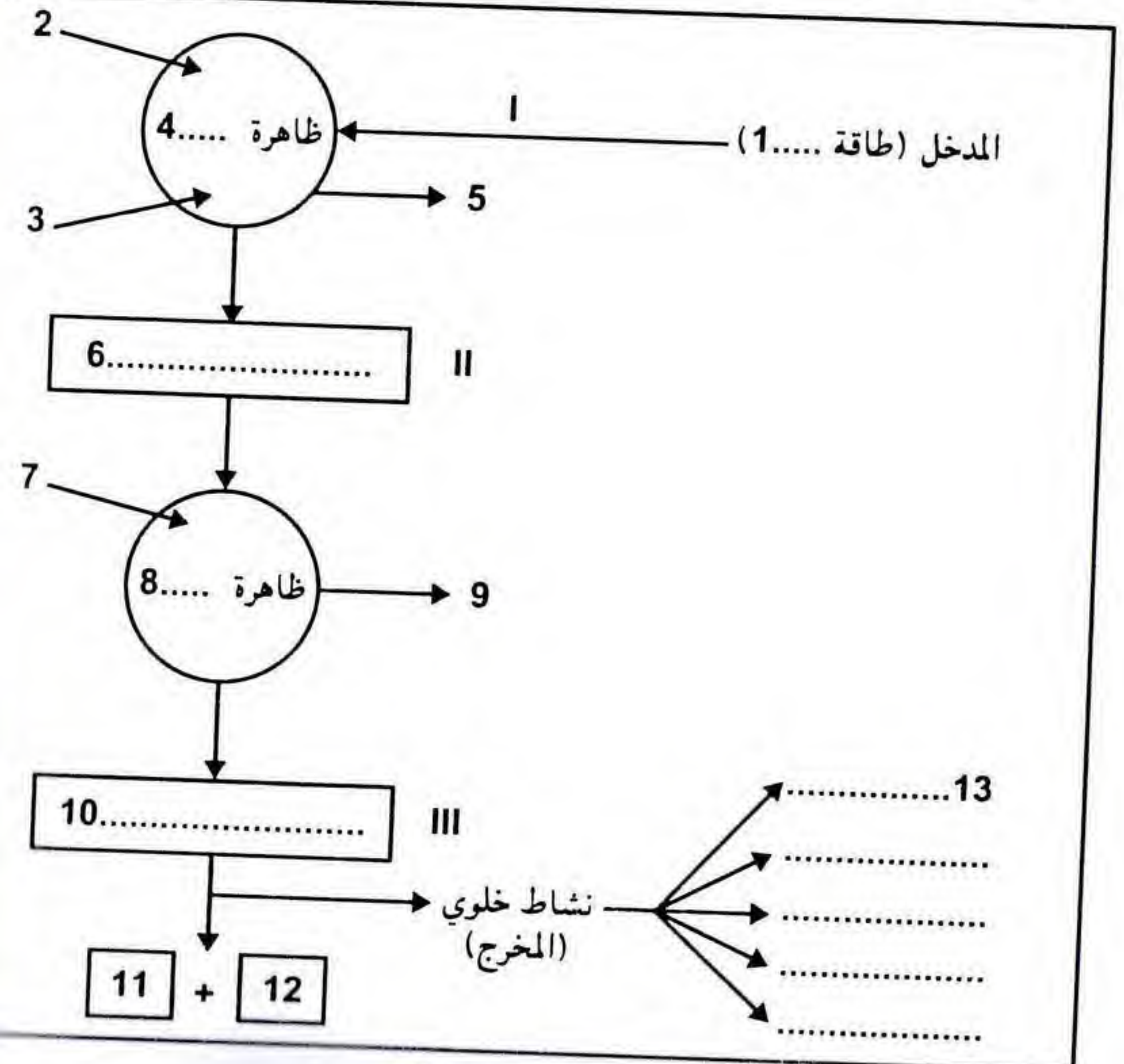
(أ) ما هي المعلومات الأساسية التي يمكن إستخلاصها من فحص هذين التفاعلين ؟  
(ب) كيف يمكن إعتبار المعلومات التي توصلت إليها دليلا على أن الـ **ATP** يلعب هاملا إتصال طاقي ؟

(ج) يمكن أن يتشكل الـ **ATP** أثناء ظواهر معينة في عضيتين خلويتين، تمثل  
1 - ما فوق بنيتهما الخلوية.



- أ - تعرف على هذه العضية واكتب بيانات العناصر المرقمة من 1 إلى 5 .  
ب - يظهر الفحص الكيميائي بأن العنصر (س) هي مادة عضوية (النشاء) متشكلا من جزيئات الغلوكوز.

- ♦ لخص بمعادلة كيميائية إجمالية الآلية التي سمحت بتشكيلها.  
♦ ذكر بالمراحل الأساسية لهذا التشكل، ومقرها على مستوى العضية السابقة.  
2 - تمثل الوثيقة التالية مخطط تركيبى لمفهوم الطاقة في حياة الخلايا.





1 - تعرف على العضية X.  
2 - أ - سم الظاهرة التي تحدث في مستوى العضية (X)، ثم أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة.

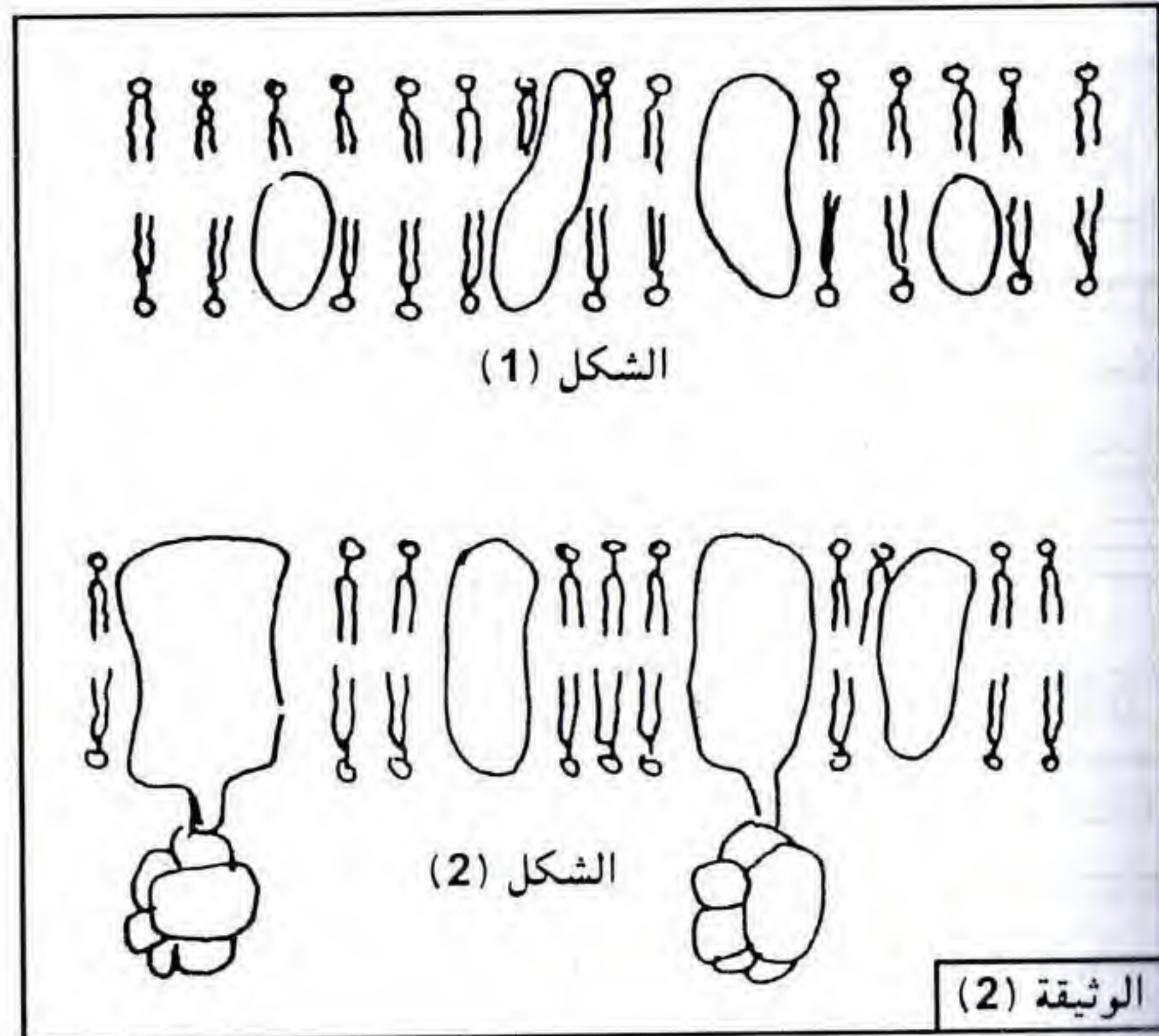
ب - بفرض أن كمية الطاقة التي ينتجها 1 غ غلوكوز تقدر بـ 15,9 كيلوجول. هـرئة غلوكوز مستعملة من قبل الخلية في وسط هوائي تنتج 38 مول ATP وأن إصاهة جزيئة ATP تحرر 30 كيلوجول.

أحسب بالكيلوجول الطاقة الكيميائية لمول من الغلوكوز.

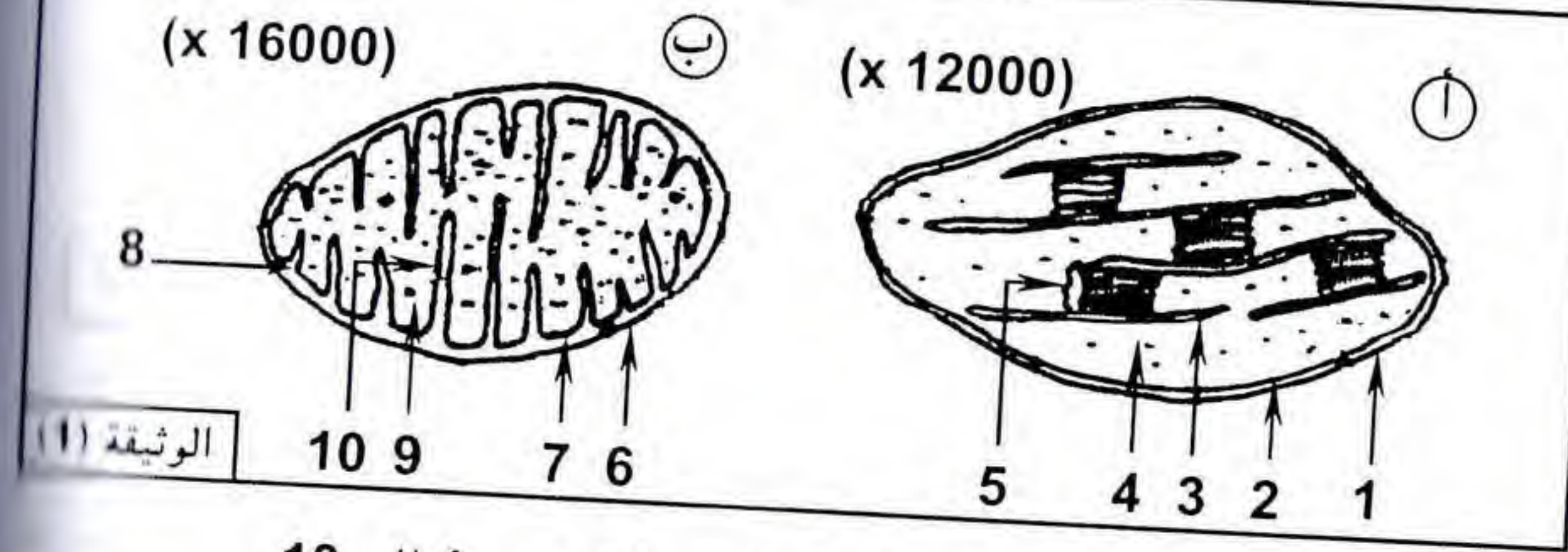
ج - أحسب بالكيلوجول الطاقة المخزونة على شكل ATP عند إستعمال جزيئة غلوكوز ثم قدر بالنسبة المئوية (%) أي المردود الطاقوي بالنسبة لطاقة مول غلوكوز  $(1 = H \quad 12 = C \quad 16 = O)$ .

3 - وضح العلاقة الموجودة بين العضيات X والنشاط الفيزيولوجي لكل خلية.

4 - مكنا بتقنية خاصة والملاحظة بالمجهر الإلكتروني من إنشاء المخططين المثلثة الشكلين (1، 2) من الوثيقة (2) المعبرين عن بنية غلاف العضية X. حدد الطبيعة الكيميائية للمركبات الداخلة في تركيب كل شكل.



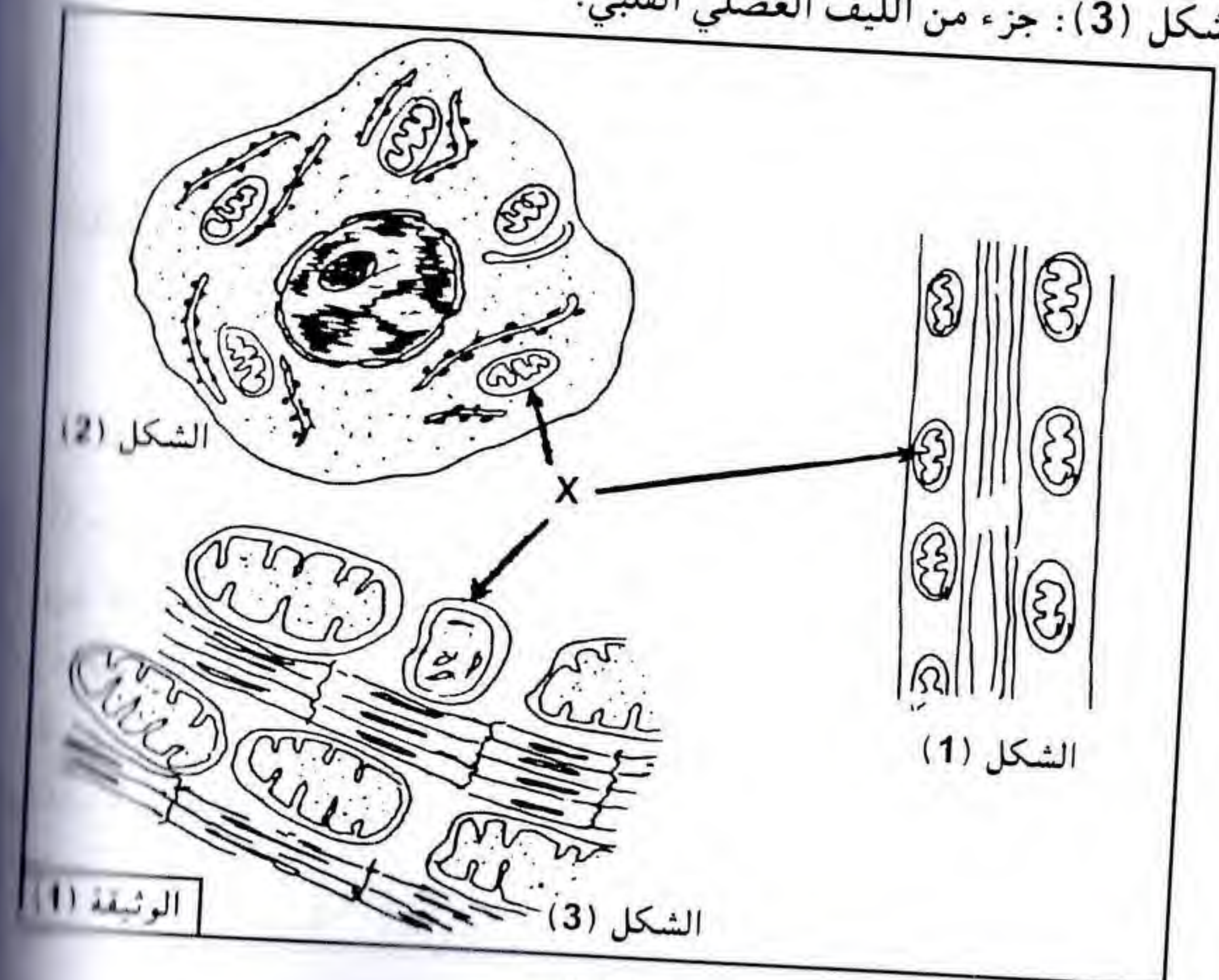
بافتراض جزيئة غلوكوز واحدة تزن 0,5 غ فما هو عدد جزيئات الـ ATP التي إصاها عند إستهلاك 0,2 كغ من الغلوكوز بواسطة التنفس الهوائي.



أ) سم العضيتين أ، ب وتعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 10.  
ب) ما هي الظاهرة الطاقوية التي تحدث في كل من العضيتين ؟

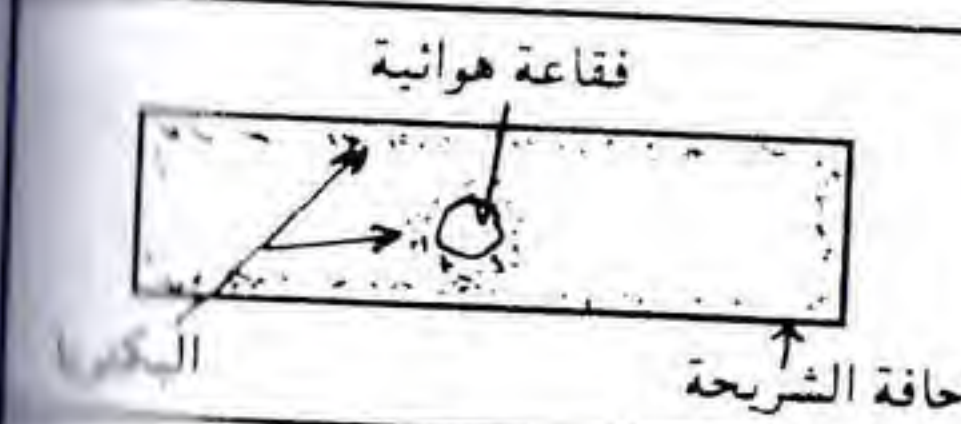
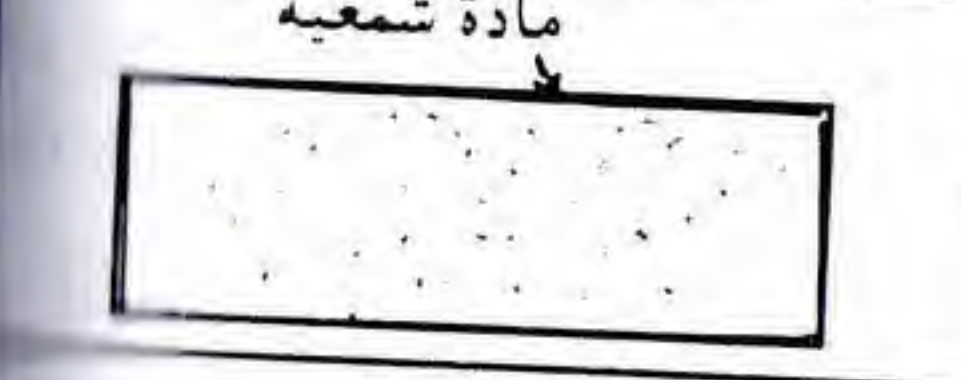
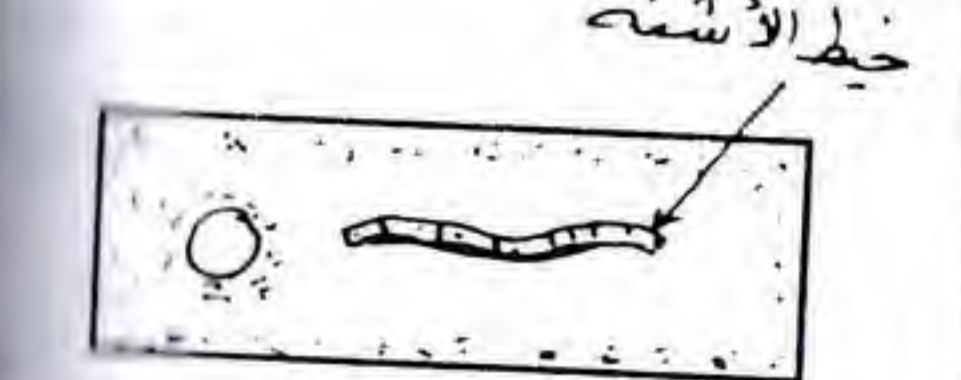

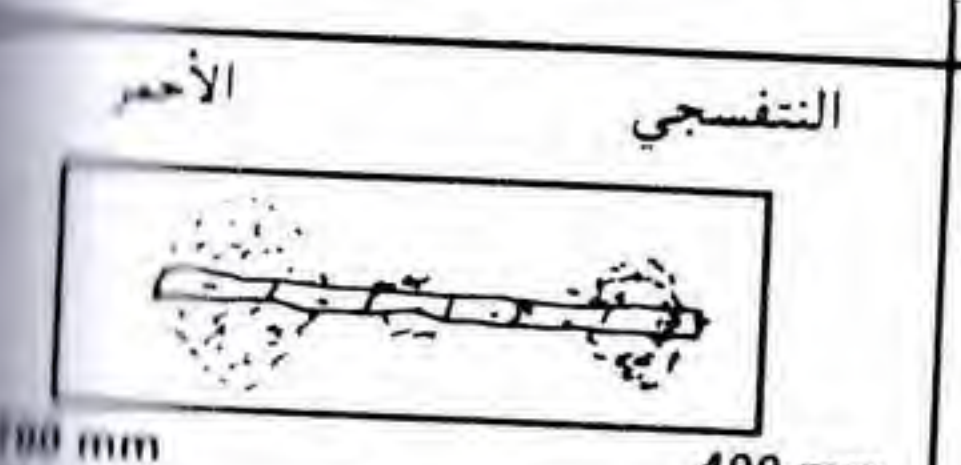
### تمرين 78:

- تمثل الأشكال 1، 2، 3 من الوثيقة (1) مافوق البنية الخلوية لثلاث خلايا وهي:  
الشكل (1): جزء من القطعة المتوسطة لنطفة.  
الشكل (2): خلية أصلية لكربية دموية حمراء نشاطها الأساسي تشكيل الهيموغلوبين.  
الشكل (3): جزء من الليف العضلي القلبي.





قام العالم إنجلمان عام 1885 بمجموعة من التجارب منها الموضحة في الجدول الموالي:

رقم التجربة	الشروط التجريبية	الملاحظة فيما يخص توزيع البكتريا
1	نضع قطرة من سائل مغذي يحوي بكتريا شرهة <i>Bacterium termo</i> بين صفيحة وساترة.	
2	نعيد التجربة (1) ولكن نضع مادة شمعية على حواف الشريحة لمنع حدوث المبادلات الغازية.	
3	نعاود التجربة (1) ولكن نضع في الوسط خيط من أشنة الكلادوفورا (تحوي صناعات خضراء) وبغياب الضوء.	
4	نعيد التجربة (3) ولكن بوجود الضوء.	
5	نعيد التجربة (4) ولكن الضوء يسقط على الخيط بعد مروره عبر منشور زجاجي.	
6	نعيد التجربة (4) ولكن الضوء يسقط على الخيط بعد مروره عبر محلول اليخضور الخام في الكحول.	

4. ماهو الهدف من استعمال البكتريا في التجارب السابقة؟  
 ب. الخميرة فطر مجهري تستعمل الغلوكوز كمادة أيضية، نزرع (2 غ) من الخميرة في وسط يحتوي على الغلوكوز في شروط تجريبية مماثلة لتجارب باستور. إن الملاحظات والنتائج موضحة في الجدول الموالي:

طبيعة الوسط	كمية الغلوكوز المستهلكة لكل غرام من الخميرة المتشكلة	كتلة الخميرة المتشكلة	الفحص المجهرى لخلايا خميرة الوسط
أ. هوائي	4 غ	0,60 غ	عدد كبير من الخلايا تمتاز ب: - ميتوكوندريا نامية - شبكة محببة متطورة
ب. لاهوائي	50 غ	0,255 غ	عدد قليل من الخلايا تمتاز ب: - ميتوكوندريا ضامرة - شبكة محببة ضامرة

1. ماهي المعلومات التي يقدمها الجدول؟  
 2. ماذا تستخلص من التحليل المقارن للفحص المجهرى لخلايا خميرة الوسطين؟  
 3. إعتماذا على النتائج الملاحظة في الجدول أنجز منحنى تغير عدد جزيئات الغلوكوز المستهلكة وكمية الـ ATP المتشكلة في الوسطين "أ" و "ب" ثم علق عليها.

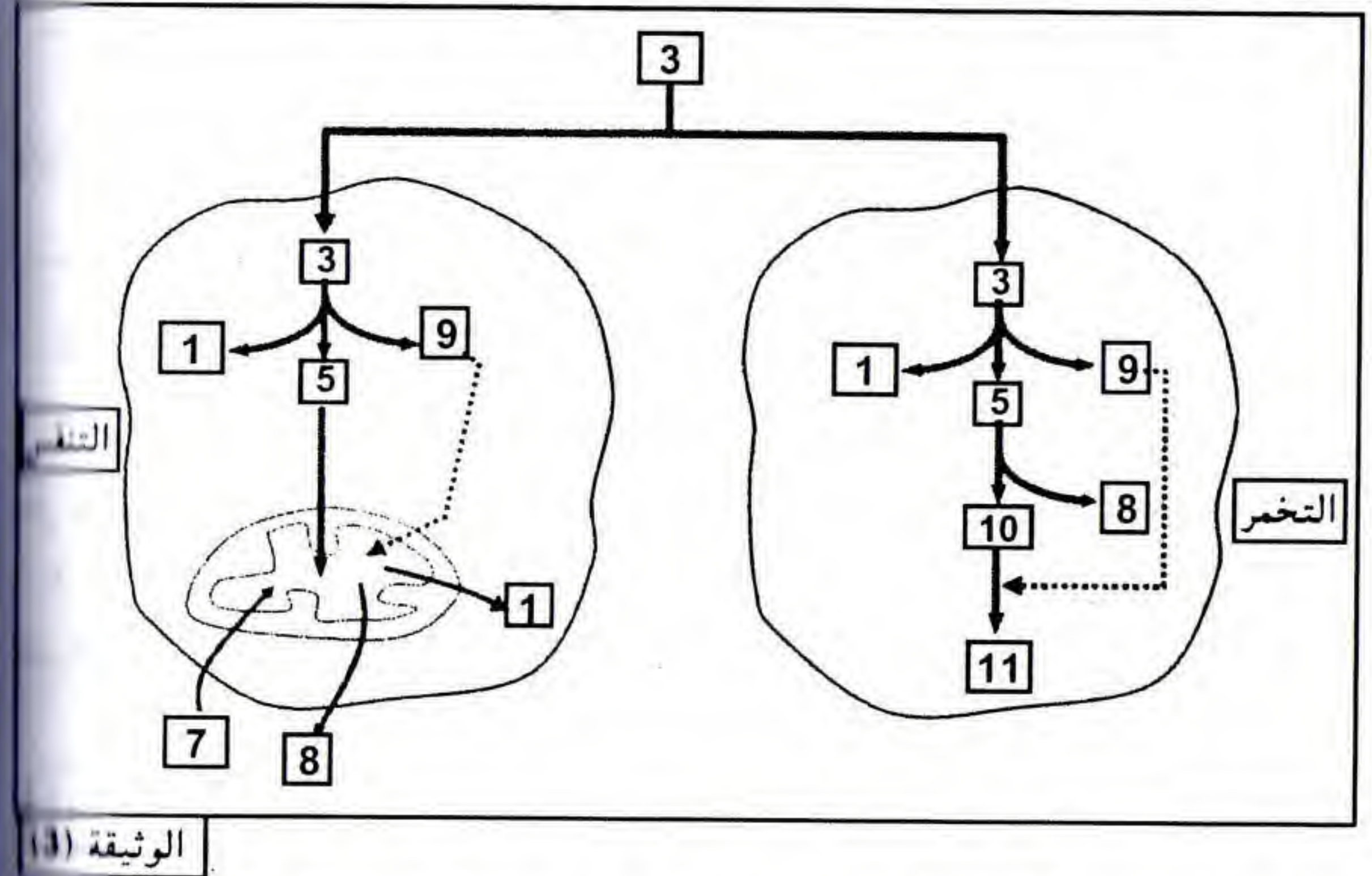
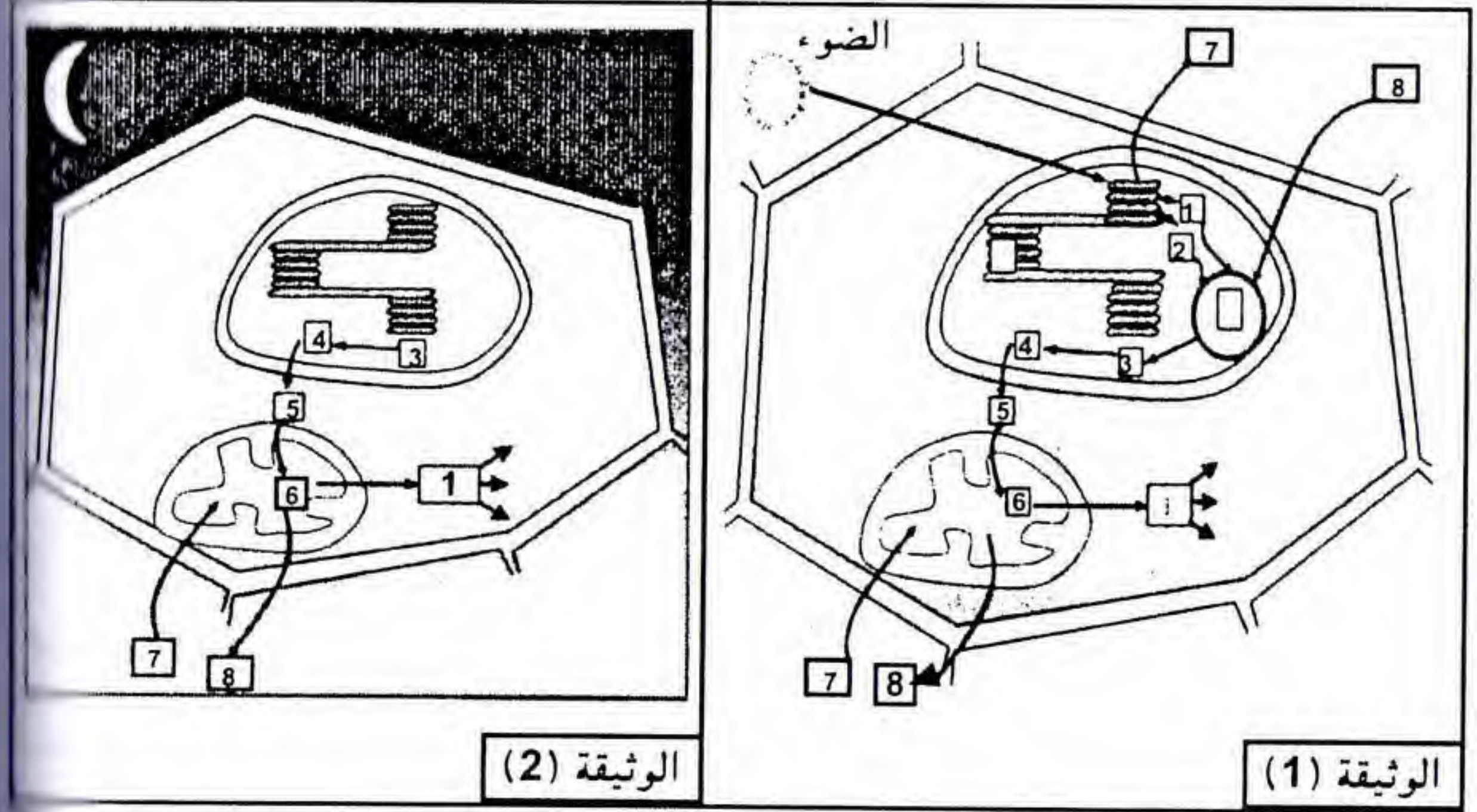
كل الكائنات الحية تحتاج إلى إمداد مستمر بالمواد والطاقة وذلك حفاظا على فعاليتها للقيام بمختلف نشاطاتها وأن حدوث تحولات الطاقة داخل خلاياها في شروط مناسبة ممثلة بالوثائق التالية:

1. توضح الوثيقتين 1، 2 رسومات تخطيطية إجمالية لتحولات الطاقة في خلية عذرية أثناء النهار والليل.  
 2. أما الوثيقة 3 فتمثل رسم تخطيطي لمراحل الحصول على الطاقة الحيوية القابلة للاستعمال ATP بوجود وغياب الـ  $O_2$ .

1. فسر الملاحظات في التجارب الخمسة.  
 2. ماهي الملاحظة المتوقعة في التجربة 6؟ علل إجابتك.  
 3. إذا علمت أن الإشعاعات الأكثر إمتصاصا من قبل اليخضور هي الحمراء والبنفسجية، ماذا تستنتج من ذلك إعتماذا على التجربة 5.



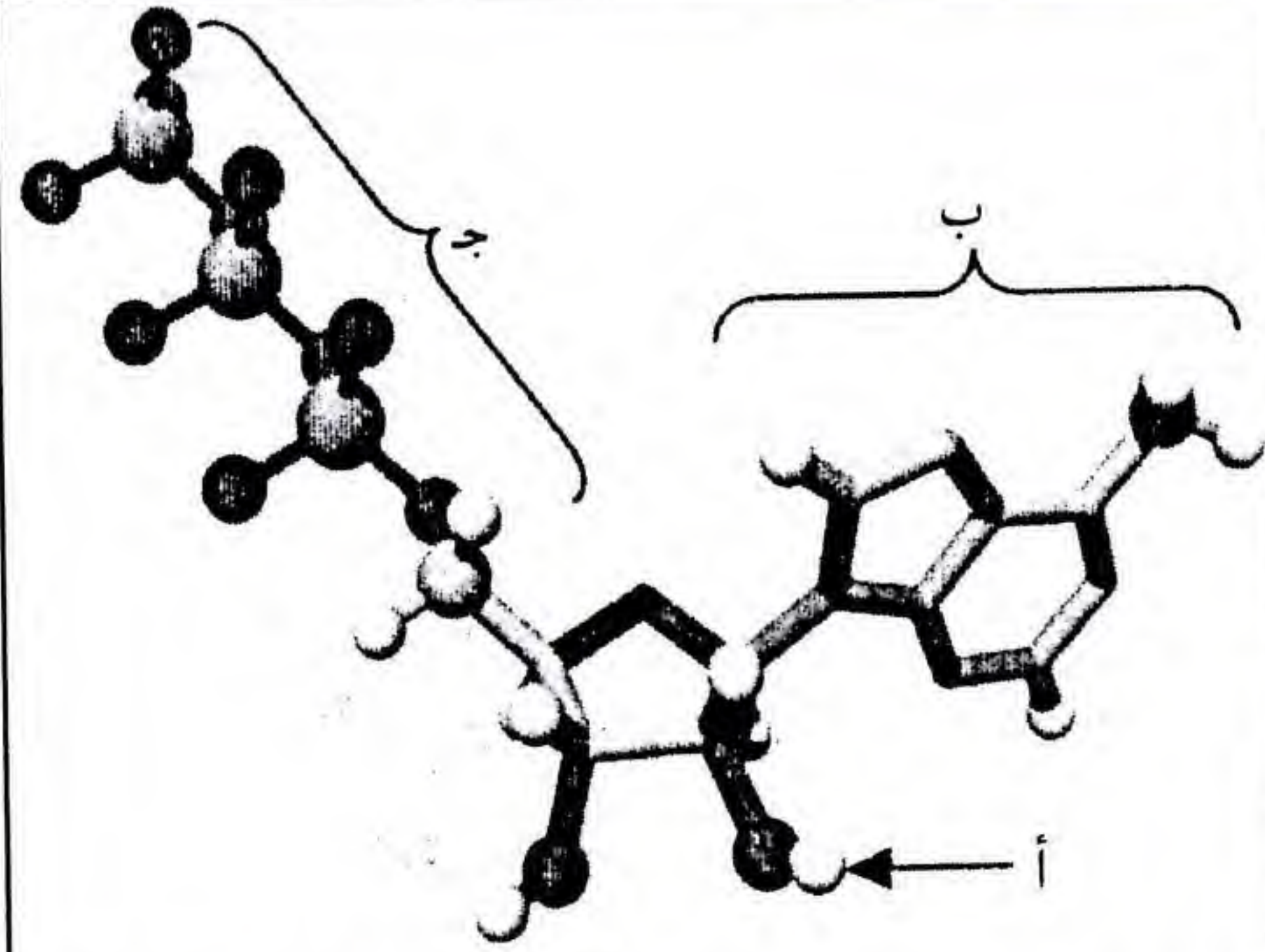
ضع المعلومات الصحيحة مكان الأرقام في الوثائق الثلاثة دون إعادة الرسوم.



2 - يعتبر الـ ATP مركب غني بالطاقة وإماهتها تحرر طاقة تستخدم في جميع النشاطات الخلوية.  
أ - أكتب معادلة إماهة الـ ATP وكيف يسمى الأنزيم الذي يقوم بذلك والآنزيم الذي يقوم بالتركيب.

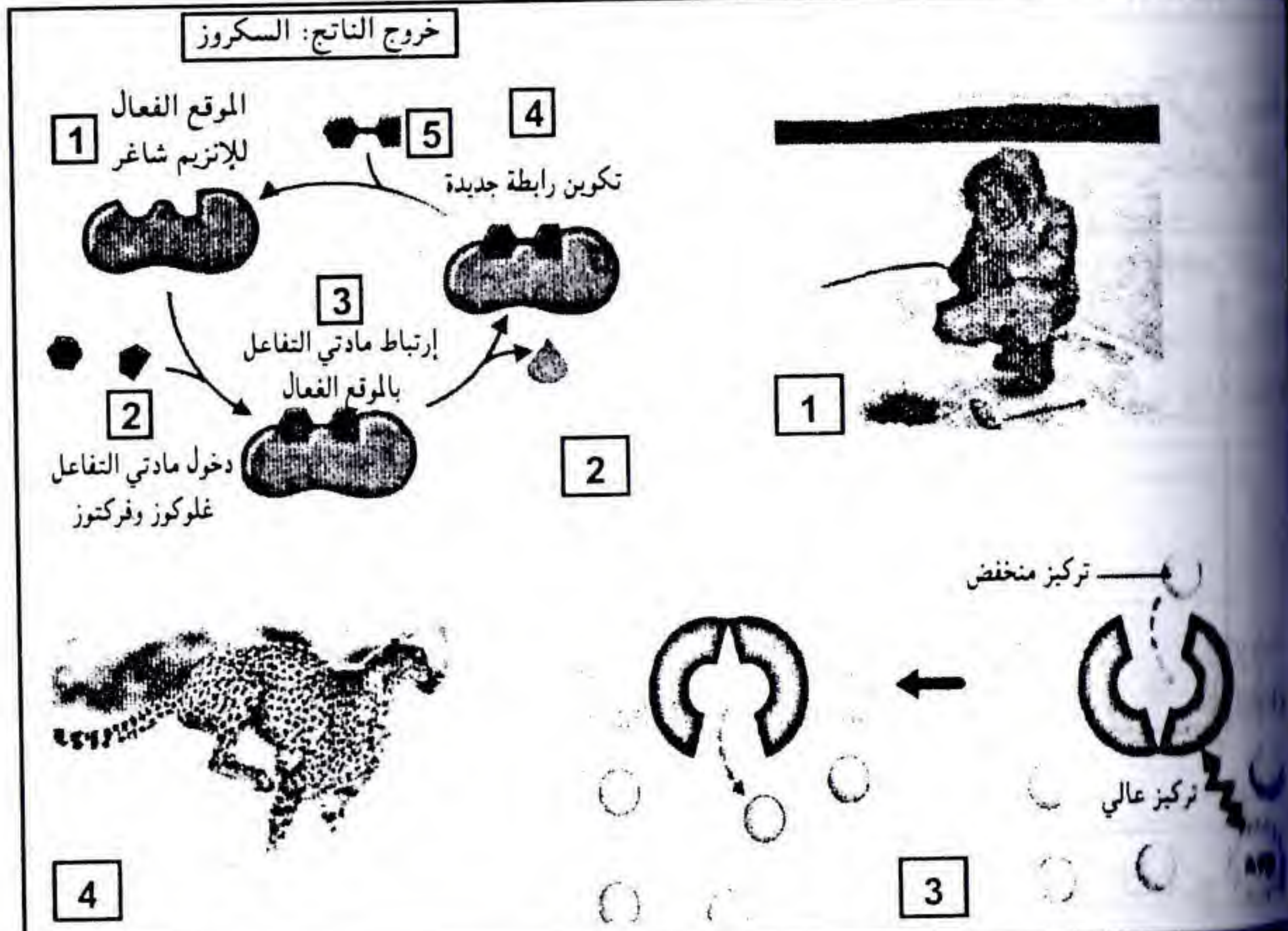
ب - تمثل الوثيقة رقم (4) نموذج لجزيئة الـ ATP، ماذا تمثل الأحرف أ، ب، ج.

ج - لماذا  
يعتبر هذه  
المركبة ذات قدرة  
طالوية عالية؟  
3 - أشكال  
الوثيقة (5)  
لحل بعض  
النشاطات التي  
تحتاج إلى  
الطاقة المستمدة  
من إماهة الـ  
ATP



جزيئة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات

الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

أ - حدد هذه النشاطات وصنفها.

ب - هل يمكنك إقتراح بدائل أخرى كمصدر للطاقة لهذه النشاطات؟ وضع ذلك.

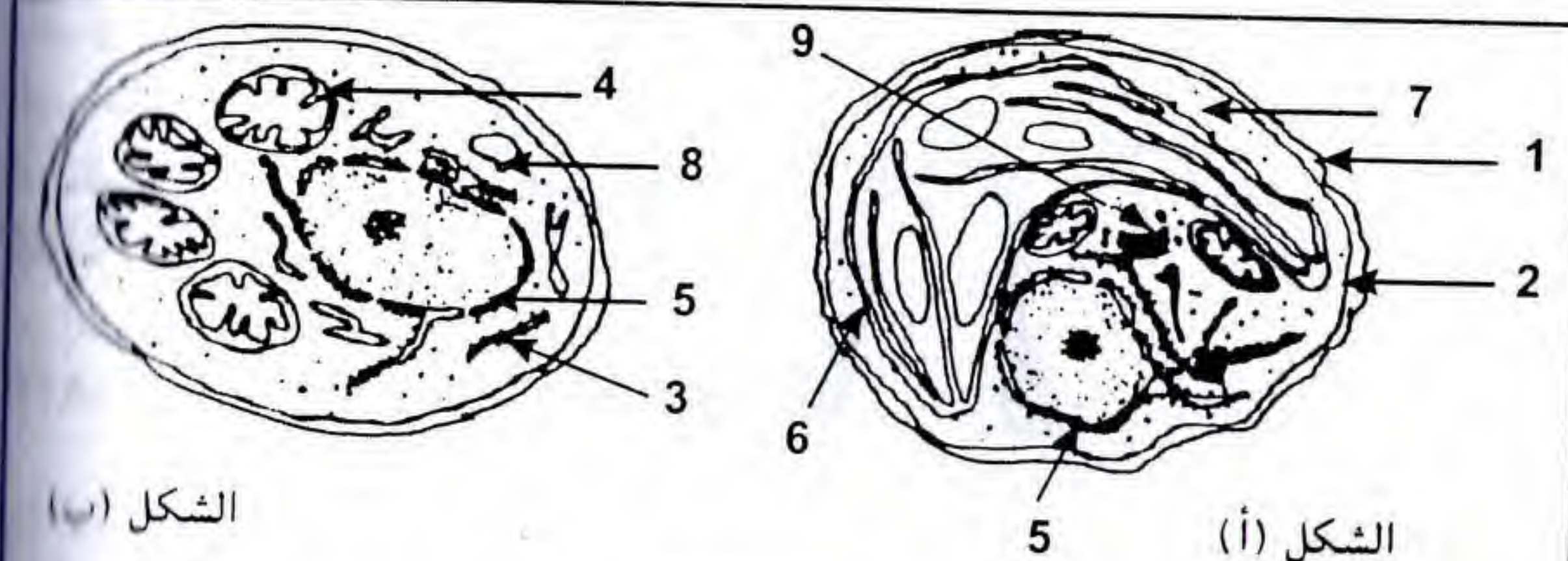


## تمرين 81:

شكلي الوثيقة (1)، أ و ب يمثلان على التوالي فطر خميرة الجعة (كائن حي وحيد الخلية) وأشنه الكلوريل (وحيد الخلية).

1 - تعرف على العناصر المرقمة من 1 - 9.

2 - أعد رسم العنصرين 4 و 6 مع وضع كافة البيانات عليها بعناية.



الشكل (ب)

الشكل (أ)

الوثيقة (1)

3 - للتعرف على وظيفة العضية (4) نعزل هذه العضيات ونضعها في وسط ملائم، نضيف في الزمن 0 غلوكوز وفي الزمن 1 حمض البيروفيك، نقدر حجم الغاز

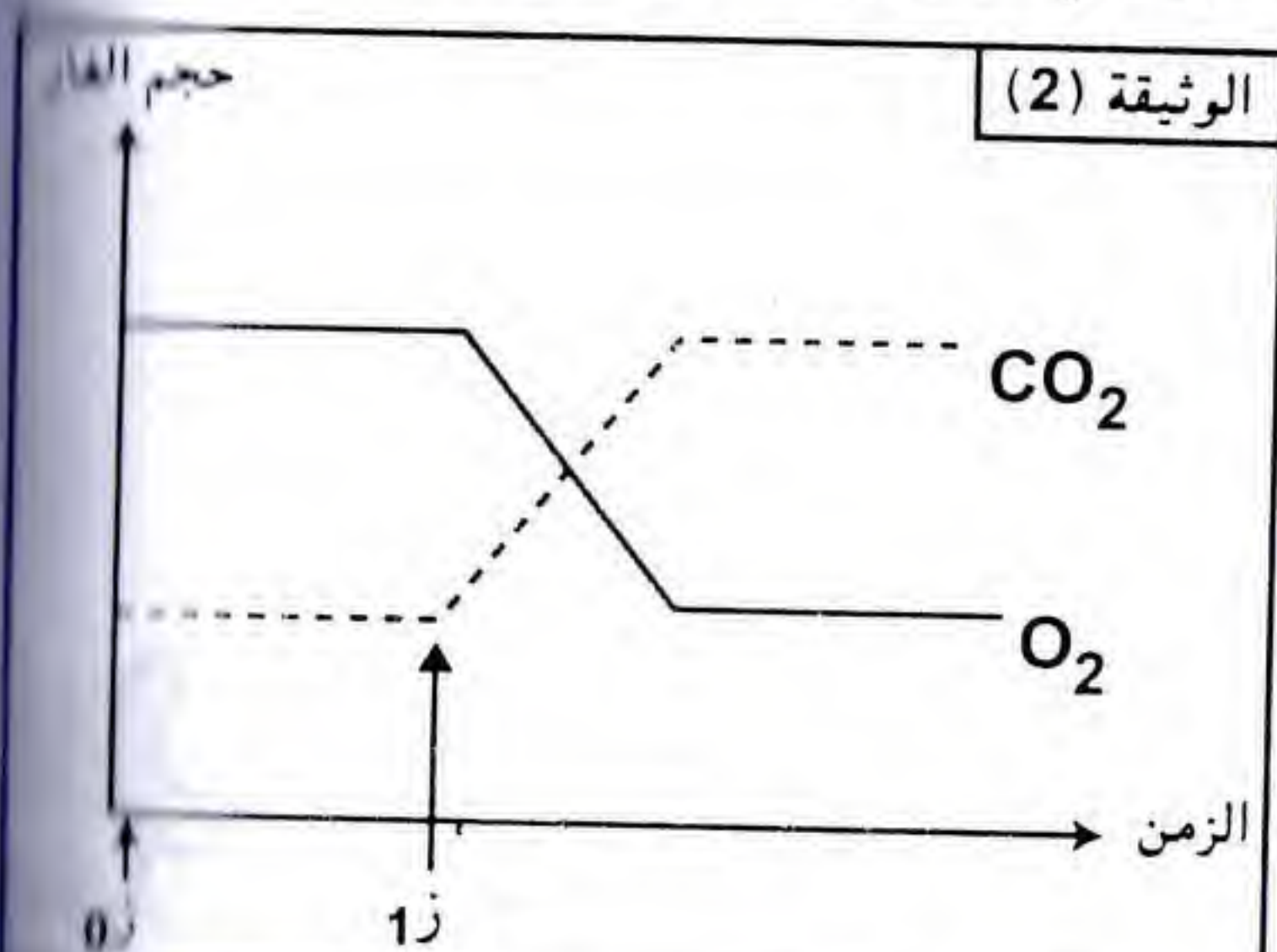
الأكسجين ( $O_2$ ) وثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) في الوسط، النتائج المحصل عليها موضحة في الوثيقة (2).

أ - فسر هذه النتائج، ماذا تستنتج؟

ب - أوجد العلاقة بين حمض البيروفيك و  $CO_2$  وعبر عنها بمخطط إجمالي.

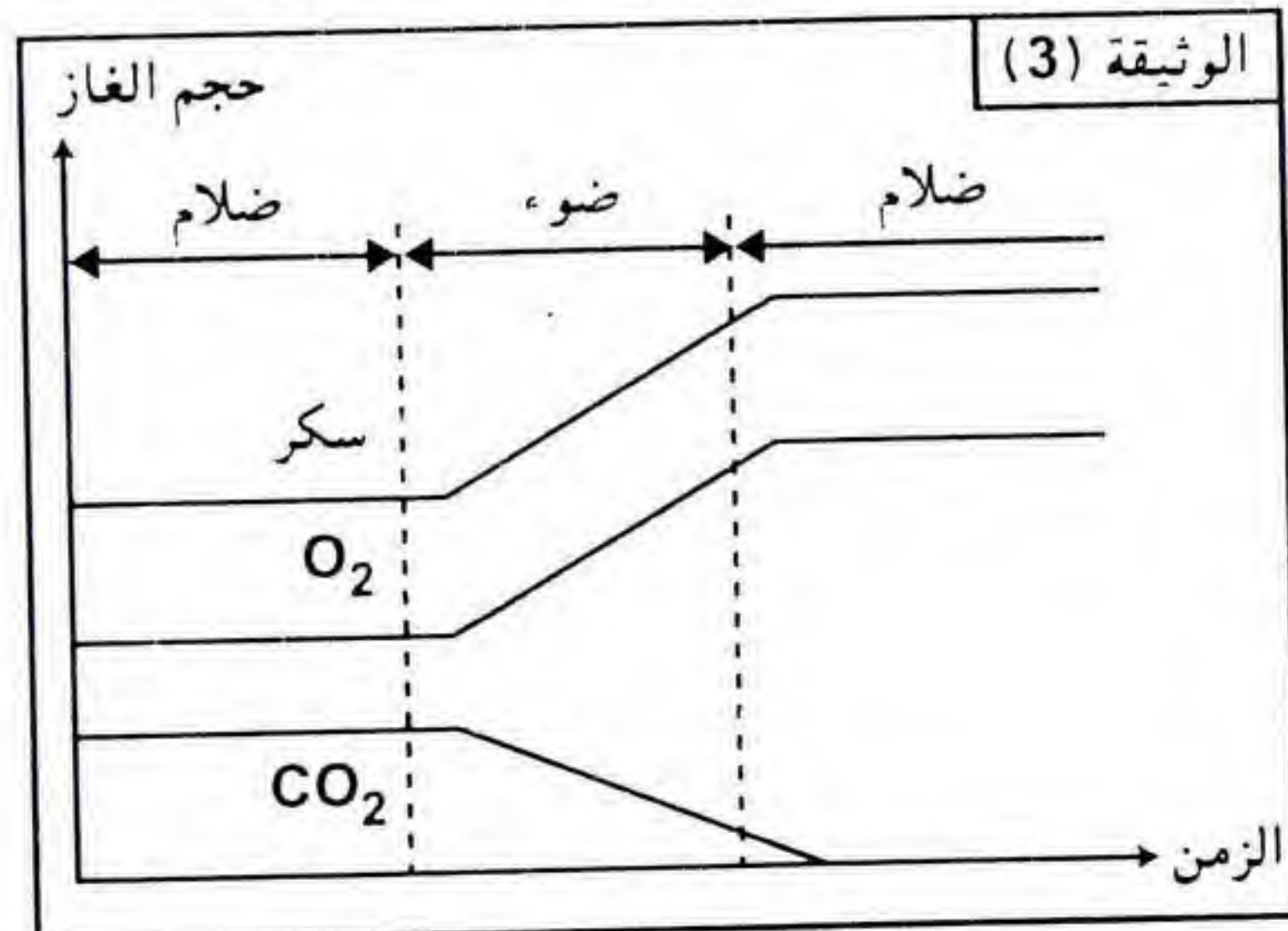
ج - عند إعادة التجربة السابقة باستبدال العضيات (4) بخلايا فطر خميرة الجعة، هل تتغير النتائج؟

4 - للتعرف على وظيفة العنصر 6، نعزل هذه العناصر من الخلايا ونضعها في وسط ملائم معرض للضوء.



4 - للتعرف على وظيفة العنصر 6، نعزل هذه العناصر من الخلايا ونضعها في وسط ملائم معرض للضوء.

نقدر كمية كل من الأكسجين ( $O_2$ ) وغاز الفحم ( $CO_2$ ) والسكر بالوسط، الخطوات التجريبية والنتائج المحصل عليها مبينة في الوثيقة (3).



أ - فسر هذه النتائج.

ب - اقترح تجربة تبين فيها مصدر غاز الفحم الممتص ومصدر الأكسجين المطروح.

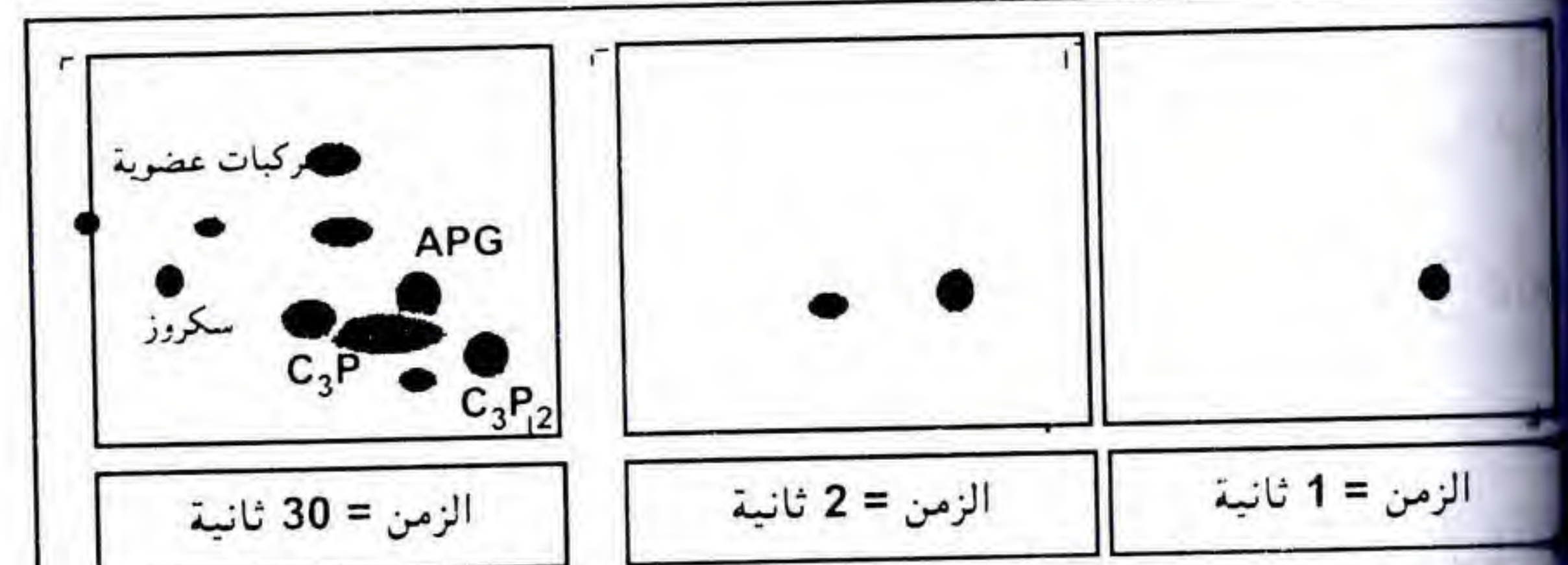
ج - استخلص وظيفة العنصر (4).

د - اعتمادا على إجابتك السابقة اشرح مفهوم الكائن الحي ذاتي التغذية.

## تمرين 82:

بهدف التعرف على المركبات العضوية المشكلة من طرف النبات الأخضر في المرحلة الكيموحيوية من تحويل الطاقة الضوئية، أنجزت الدراسة التالية:

أ - وضعت كلوريل (نبات أخضر وحيد الخلية) في وسط مناسب تم تزويده بـ  $CO_2$  ليونه مشع ( $^{14}C$ ) وعرضت للضوء الأبيض، وخلال فترات زمنية معينة (1 ثا، 2 ثا، 30 ثا) تم تثبيط نشاط هذه الخلايا بواسطة الكحول المغلي، نتائج التسجيل كروماتوغرافي المتبوع بالتصوير الإشعاعي الذاتي للمركبات المشكلة في هذه الأزمنة بالوثيقة (1).



APG : حمض فوسفو غليسريك (مركب ثلاثي الكربون).

$C_3P$  : تريوز فوسفات (مركب ثلاثي الكربون).


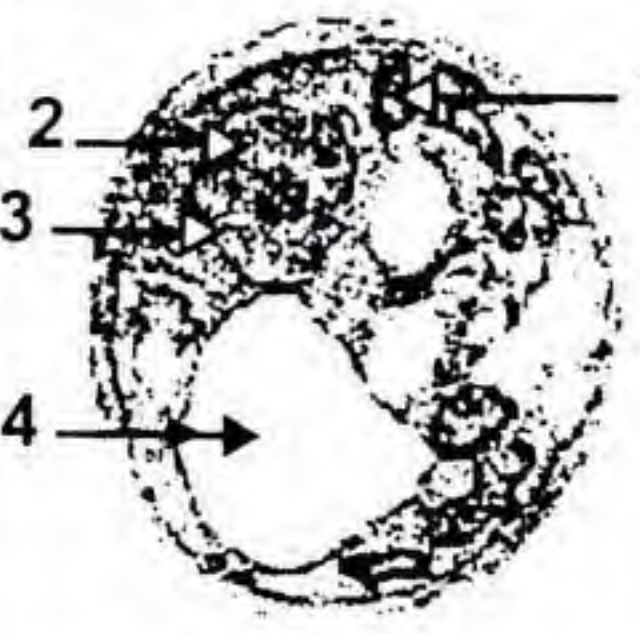
$C_5P_2$  : ريبولوز ثنائي الفوسفات، ويرمز له بـ Rudip (مركب خماسي الكربون).

الوثيقة (1)



تستمد الكائنات الحية غير ذاتية التغذية طاقتها من مادة الأيض والتي تحولها من طاقة كيميائية قابلة للاستعمال في وظائف حيوية مختلفة، وقصد التعرف على الآليات البيوكيميائية لهذا التحول أجريت الدراسة التالية:

1. وضعت كميتان متساويتان من خلايا الخميرة في وسطين زراعيين (بهما محلول الجلوكوز بنفس التركيز) في شروط ملائمة، لكن أحدهما في وسط هوائي والآخر في وسط لاهوائي، نتائج هذه الدراسة ماثلة في الوثيقة (1).

النتائج التجريبية		معايير الدراسة
وسط لاهوائي	وسط هوائي	
		الملاحظة المجهرية
+++++	آثار	كمية الإيثانول المتشكلة
2	36,3	كمية ATP المتشكلة لمول من الجلوكوز المستهلك
5,7	250	مردود المزرعة معبر عنه بكمية الخميرة المتشكلة (mg) بدلالة الجلوكوز المستهلك (g)

الوثيقة (1)

1. ضع البيانات المشار إليها بالأرقام من 1 إلى 4.

2. قارن بين النتائج التجريبية في الوسطين.

3. ماهي الظاهرة الفيزيولوجية التي تحدث في كل وسط؟ علل إجابتك.

4. ماذا تستنتج فيما يخص مردود الظاهرتين المعنيتين؟

5. أكتب المعادلة الإجمالية لكل ظاهرة.

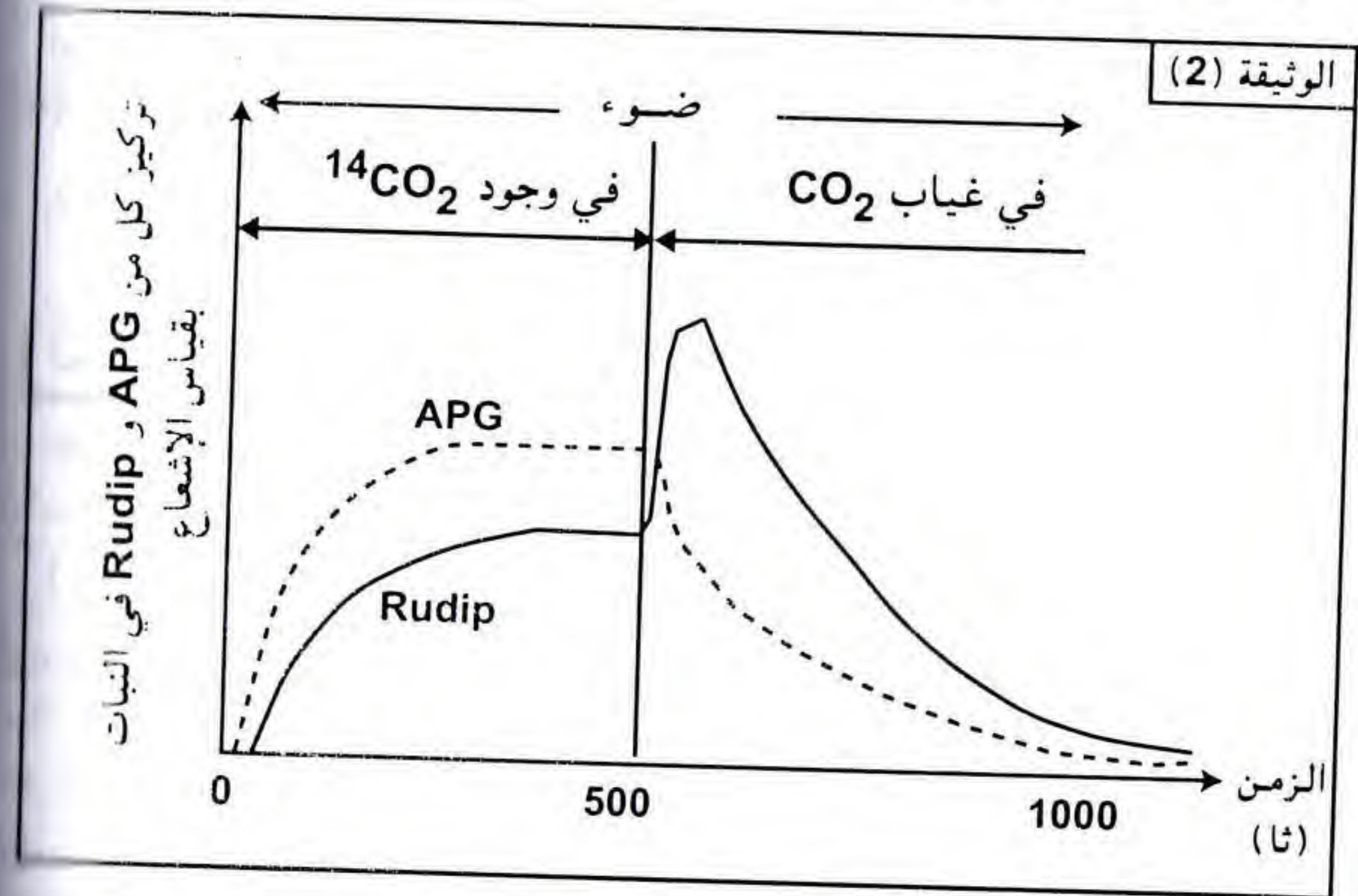
II. تلعب العضيات (1) الماثلة بالوثيقة (1) دورا أساسيا في عملية أكسدة مادة الأيض وإنتاج طاقة بشكل جزيئات ATP، ولمعرفة آلية تشكل هذه الجزيئات أنجزت تجربة باستعمال التركيب التجريبي المبين في الشكل "أ" من الوثيقة (2):

1. ماذا تمثل البقع المحصل عليها في الوثيقة (1)؟

2. بالإعتماد على نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المحصل عليها في الزمن 30 ثانية، سم مركبات البقع المتشكلة في الزمنين 1 ثا و 2 ثا.

3. ماهي الفرضيات التي تقدمها فيما يخص مصدر الـ APG؟

II. تبين الوثيقة (2) تغيرات تركيز كل من الـ APG والـ Rudip في معلق من الكلوريللا يحتوي على  $^{14}\text{CO}_2$  ومعرض للضوء الأبيض، في الزمن  $z = 500$  ثا لم توقف تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$ .



1. بالإعتماد على النتائج الماثلة في الوثيقة (2).

أ. باستدلال منطقي فسر تساير كميتي الـ APG والـ Rudip في الفترة قبل  $z = 500$  ثانية.

ب. حلل منحني الوثيقة (2) في الفترة الممتدة من  $z = 500$  ثانية إلى 1000 ثانية.

ج. ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين الـ APG والـ Rudip؟

2. هل تسمح لك هذه النتائج بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة في السؤال 1؟ علل إجابتك.

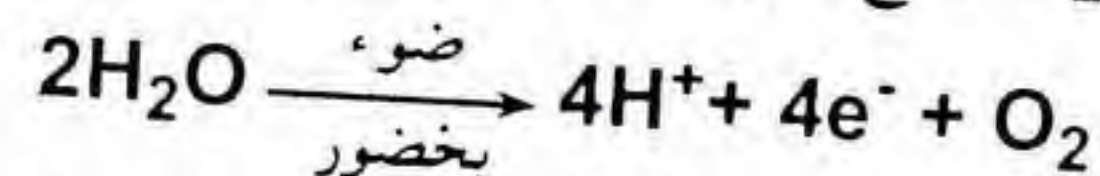
III. باستغلال النتائج وباستعمال معلوماتك وضع بمخطط بسيط العلاقة بين الـ APG والـ Rudip.



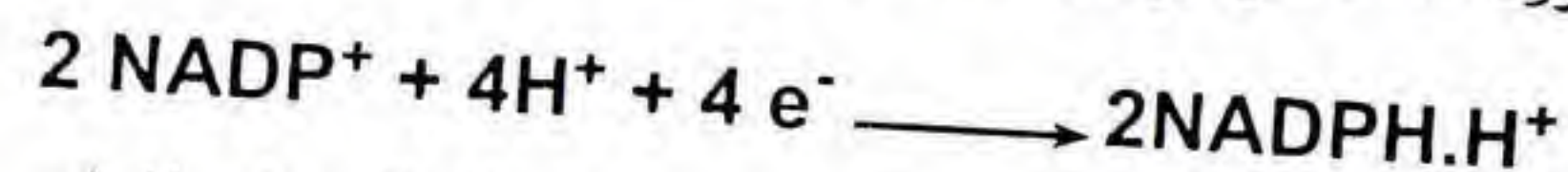
### اجابة التمرين 1:

1. العضية هي الصانعة الخضراء
- البيانات: 1. الحشوة. 2. كيس (تيلاكويد). 3. غشاء خارجي (غلاف الصانعة). 4. صانعة نشوية.
2. التجربة الأولى:

أ. تفسير النتائج: - إنطلاق الـ  $O_2$  ناتج عن التحلل الضوئي للماء



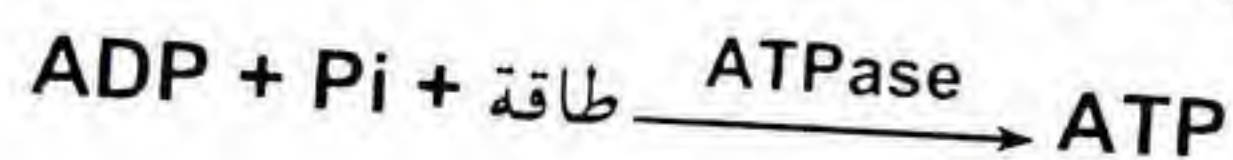
- ظهور  $H^+$   $NADPH$  يعود إلى إرجاع  $NADP^+$  في نهاية سلسلة التركيب الضوئي بالكثرونات الماء والبروتونات الموجودة في الحشوة كمايلي:



- ظهور البروتونات داخل الكيس مصدرها: - التحلل الضوئي للماء

- إنتقال البروتونات من الحشوة إلى الكيس عبر غشائها عكس تدرج التركيز ويتطلب طاقة (النقل الفعال) والطاقة مستمدة من الـ  $ATP$  الناتج من حركة الإلكترونات.

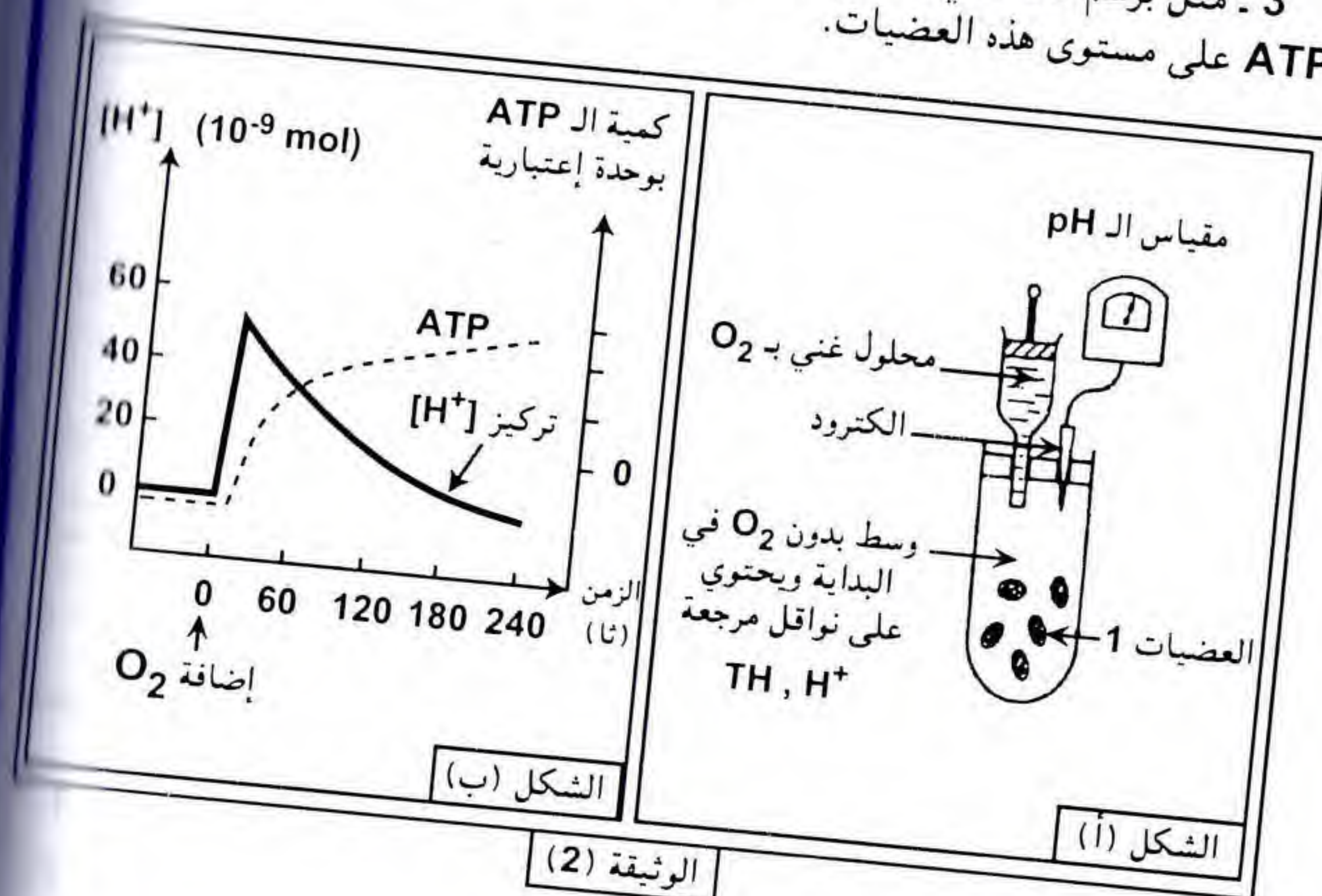
- إنتاج الـ  $ATP$ : - خروج البروتونات عبر الكرات المذبذبة وحسب تدرج التركيز بمر طاقة يعمل على فسفرة الـ  $ADP$  إلى  $ATP$ .



التجربة الثانية:

- ب. تحليل المنحنى: - بوجود الضوء كمية  $CO_2$  المثبتة من قبل الأشنة ثابتة.
- في الظلام: يستمر تثبيت  $CO_2$  في الظلام لكن بسرعة متناقصة حتى تنعدم في النهاية 20 تقريبا.
- الإنخفاض في كمية  $CO_2$  المثبتة في الظلام يعود لتناقص تدريجي في كمية كل من الـ  $ATP$  و  $NADH.H^+$  (نواتج المرحلة الكيموضوئية) لأنها تستخدم في تثبيت  $CO_2$  ولن تعوض بكميات جديدة لغياب الضوء إلى أن تنعدم (تنفذ) في الثانية 20.

- التجربة:
- تمت معايرة تركيز الـ  $[H^+]$  في الوسط وكمية الـ  $ATP$  المتشكلة قبل وبعد إضافة كل من الـ  $O_2$  والـ  $(P_i + ADP)$  للوسط.
- النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).
1. قدم تحليلا مقارنا للنتائج الممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).
  2. ماذا تستنتج؟
  3. مثل برسم تخطيطي وظيفي دور كل من النواقل المرجعة والـ  $O_2$  في تشكل الـ  $ATP$  على مستوى هذه العضيات.



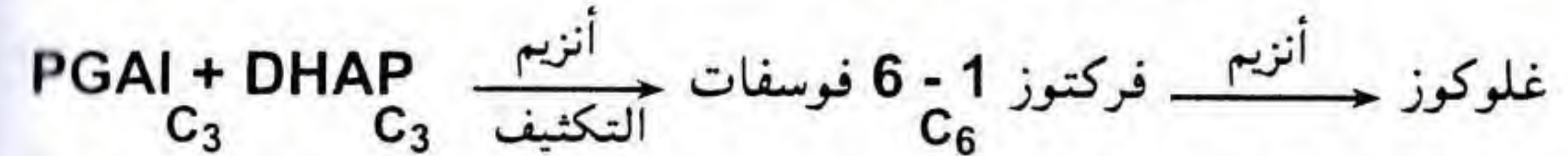
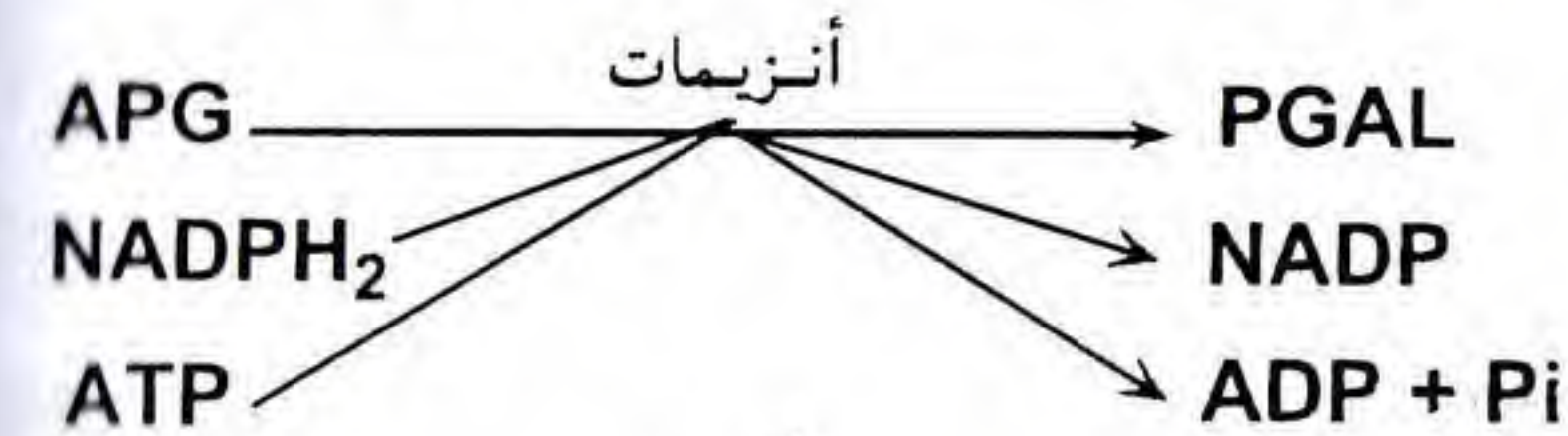
الوثيقة (2)



د - التسلسل الزمني لظهور المركبات: **APG** ← السكر الثلاثي الكربون (TP) ← السكر السداسي الكربون المفسفر (HP).

التعليق: عندما تنخفض نسبة الإشعاع في الـ **APG** تزداد في نفس الوقت في السكر الثلاثي الكربون وعند انخفاض نسبة الإشعاع في هذا الأخير تبدأ تظهر في السكر السداسي.

3 - المعادلات:



### إجابة التمرين 2:

أ - 1 - العضية هي الصانعة الخضراء.

2 - البيانات: (1) غشاء خارجي (2) غشاء داخلي (3) الحشوة (4) غرانا (بذيرة) أو حبيبة (5) تجويف التيلاكويد (6) صفيحة حشوية (7) نشأ (8) تيلاكويد (كيس).

3 - وصف الصانعة الخضراء:

- تحاط الصانعة الخضراء بغلاف مكون من غشائين (خارجي وداخلي).  
- تحتوي على شبكة من التراكيب الغشائية تعرف بالتيلاكويد فميز منها الكيسات والصفائح الحشوية.  
- تصطف الكيسات فوق بعضها مكونة تراكيب تعرف بالجرانا (البذيرات).  
- تتكون الكيسات (التيلاكويد) من غشاء التيلاكويد الذي يحيط بتجويف يسمى التجويف الداخلي.  
- تحتوي الصانعة على حيز يقع بين التلاكويدات والغلاف يعرف بالحشوة (المادة الأساسية).

لأنها مقسمة إلى حجيرات مفصولة بأغشية:

- الجزء الموجود بين الغشائين (الحيز بين غشائين).
- الحشوة (مادة الأساس).
- تجاويف التلاكويد.

ب - تختلف التيلاكويد في مكوناتها الكيميائية عن الحشوة حيث:

♦ - تحتوي أغشية التيلاكويد على:

- الأنظمة الضوئية PS.
- نواقل الإلكترونات.
- إنزيم إنتاج الطاقة ATP Synthétase (الكربة المذبذبة).
- الأصبغة المختلفة.

♦ - تحتوي الحشوة على المكونات التالية:

- مواد الأيض الوسيطة لتركيب الجزيئات العضوية.
- مرافقات إنزيمية (NADP<sup>+</sup>).
- ATP / P<sub>i</sub>, ADP.
- إنزيمات مختلفة.

\* - الإستنتاج: الاختلاف في التركيب الكيميائي للتيلاكويد والحشوة يؤدي إلى الاختلاف في الدور الذي يقوم به كل منهما (الاختلاف في الوظيفة)

ج - 1 - وصف كيفية توضع مكونات غشاء التيلاكويد:

- هناك نظامان ضوئيان في الغشاء هما PSI, PSII وبينهما ثلاثة (3) نواقل للإلكترونات، كما يوجد ناقلان للإلكترونات بعد PSI كما يوجد في الغشاء إنزيم ATP Synthétase.

2 - تحديد بنية النظام الضوئي:

- الأنظمة الضوئية PS هي معقدات بروتينية كبيرة تحتوي على عدد كبير من الصبغات موزعة بطريقة منتظمة داخل المعقد البروتيني.

### إجابة التمرين 3:

أ - التجربة 1: 1 - تحليل المنحنين :



#### اجابة التمرين 4:

1 - 1. إستخلاص نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2) :

. في (1) : تفاعل أكسدة.

. في (2) : تفاعل إرجاع.

2. طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي :

. تفاعلات أكسدة وإرجاع.

3. تحديد البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي :

. الأكسدة تتم في غشاء التيلاكويد لأنها تتطلب وجود اليخضور والضوء.

. الإرجاع يتم في الحشوة لأنها لا تتطلب الضوء.

4. نعم :

. وجود الأنظمة الضوئية، نواقل الإلكترونات والكرات المذبذبة في

التيلاكويد .... يدل على دورها في الأكسدة.

. وجود مواد أيضية لتركيب الجزيئات العضوية، NADP في الحشوة .... يدل

على دورها في الإرجاع.

II - 1. تحديد شروط إنطلاق  $O_2$  في التجربة (1) :

. شروط إنطلاق  $O_2$  هي اليخضور (التيلاكويد) والضوء.

2. شروط حدوث كل مرحلة :

. المرحلة (أ) : الضوء واليخضور ... يؤديان إلى إنطلاق  $O_2$ .

. المرحلة (ب) : توفر  $CO_2$ ، غياب (عدم ضرورة الضوء مباشرة) الضوء ...

يؤدي إلى إمتصاص  $CO_2$  في الحشوة.

3. تسمية كل مرحلة :

. المرحلة (أ) : المرحلة الكيموضوئية.

. المرحلة (ب) : المرحلة الكيموحيوية.

4. المرحلة الكيموحيوية تحدث في غياب الضوء وفي وجوده.

التعليل :

. يتم تثبيت  $CO_2$  في وجود الضوء ..... التجربة (3).

. يتم تثبيت  $CO_2$  في غياب الضوء ..... التجربة (2).

في الظلام : لا تتم ظاهرة التمثيل الضوئي أي لا يتحلل الماء ولا ينشأ تدرج في تركيز البروتونات وهو ما يفسر انعدام الـ  $O_2$  وعدم تركيب الـ ATP.

في الضوء : تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية فيتحلل الماء وينشأ تدرج في تركيز البروتونات مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة الـ  $O_2$  وتراكم جزيئات الـ ATP.

\* التفاعلات التي تتم في الفترة الزمنية المحصورة بين  $Z_1$  و  $Z_3$  هي تفاعلات المرحلة الكيموضوئية والتي نلخصها فيما يلي :

. تنبيه اليخضور الذي يتخلل عن إلكتروناته لسلسلة أكسدة وإرجاع.

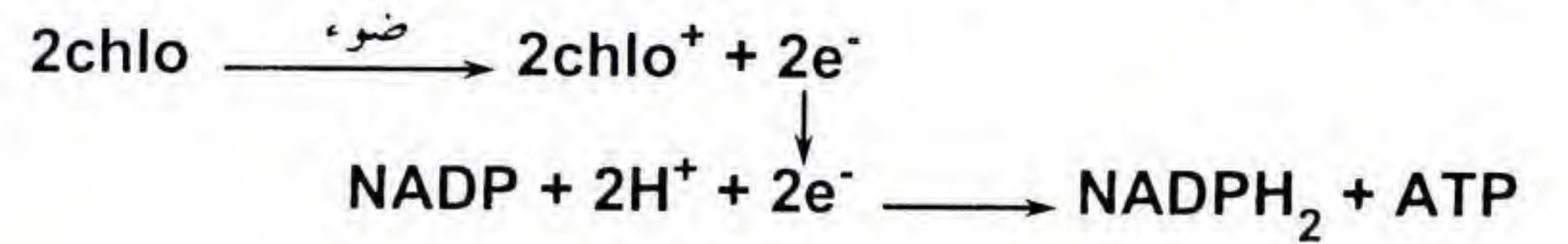
. إرجاع آخر ناقل وهو الـ  $NADP^+$  في مستوى المادة الأساسية (الحشوة).

. أكسدة الماء.

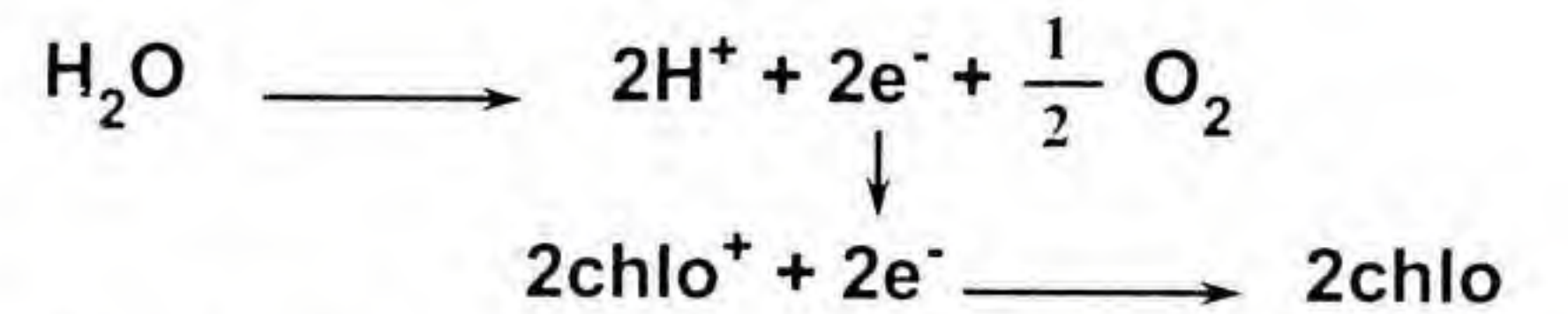
. استرجاع الإلكترونات من طرف اليخضور للعودة إلى حالة الاستقرار.

. نشوء تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكيس والمادة الأساسية (الحشوة).

. خروج البروتونات من الكيس عبر الكرات المذبذبة وتركيب الـ ATP.



ناقل مرجع



2. تسمى هذه المرحلة بالمرحلة الكيموضوئية ومقرها هو الكيس (التيلاكويد).

ب. التجربة 2 :

1. المعلومات المستخلصة من توافق نتائج التجربتين 2 و 4 هي أن الكيسات هي

وجود الضوء توفر الـ ATP والناقل المرجع ( $NADPH_2$ ) لتفاعلات المرحلة

الكيموحيوية التي تتمثل في تثبيت  $CO_2$  لإنتاج المواد العضوية.

2. تفسير تثبيت  $CO_2$  لإنتاج النشاء :

يتم تثبيت  $CO_2$  من طرف الريبولوز ثنائي الفوسفات (RDP) الذي يتجدد

والتفاعلات التالية (حلقة كالفن) (راجع التمرين 23) توضح كيف يتشكل النشاء.



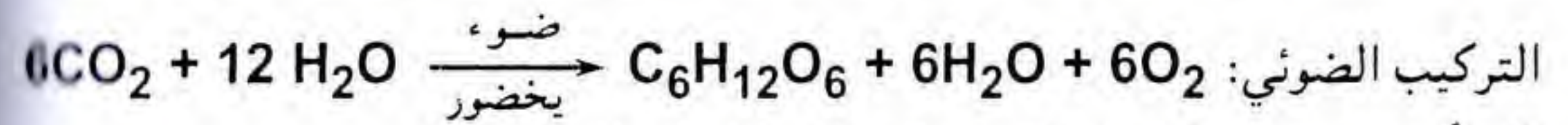
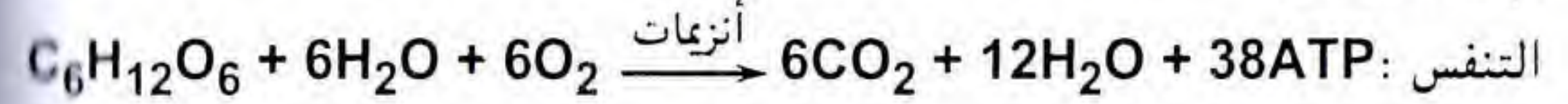
1 - أ. في الظلام: نلاحظ إنخفاض تركيز كل من  $O_2^{16}$  و  $O_2^{18}$ .

في الضوء: يستمر إنخفاض تركيز  $O_2^{18}$  بينما يزداد تركيز  $O_2^{16}$ .

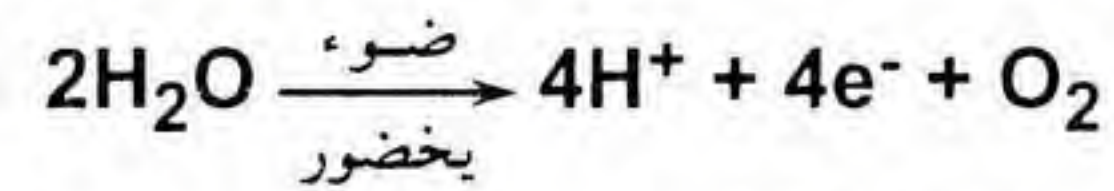
التفسير: الإنخفاض المستمر لـ  $O_2^{18}$  في الضوء والظلام وانخفاض  $O_2^{16}$  في الظلام يفسر باستهلاكه في تنفس الخميرة.

- إرتفاع تركيز  $O_2^{16}$  خلال فترة الإضاءة فقط ناتج عن طرحه خلال التركيب الضوئي (التحلل الضوئي للماء و  $O_2$  الماء عادي).

ب. المعادلات:



2 - أ. مصدر الـ  $O_2$  المنطلق هو التحلل الضوئي للماء:



ب. مقر التفاعل: - التيلاكويثيد.

3 - أ. شروط تثبيت  $CO_2$  في الستروما:

- التيلاكويثيد

- الضوء أو وجود كل من  $ATP$  والنواقل المرجعة.

ب. دور التيلاكويثيد هو: توفير كل من الـ:

$ATP$ .

- الناقل المرجع  $NADPH_2$  بعد التعريض للضوء.

1 - أ. يمثل شكل الوثيقة (1) جزء لما فوق البنية للصانعة الخضراء (كلوروبلاست)

بيانات العناصر: (1) - غلاف الصانعة. (2) - صفيحة أو كيبس (تيلاكويثيد)

(3) - المادة الأساسية (الحشوة). (4) - مجموعة كيبسات (غرانا).

2 - الطبيعة الكيميائية للعنصر (س): سكر معقد (نشاء).

II - أ. 1 - تحليل النتائج:

0 - 1: تناقص في تركيز الأكسجين في الوسط أي عدم حدوث التحلل الضوئي للماء.

1 - 2: يبقى تناقص تركيز الأكسجين في الوسط مستمرا رغم وجود الضوء أي عدم حدوث التحلل الضوئي للماء.

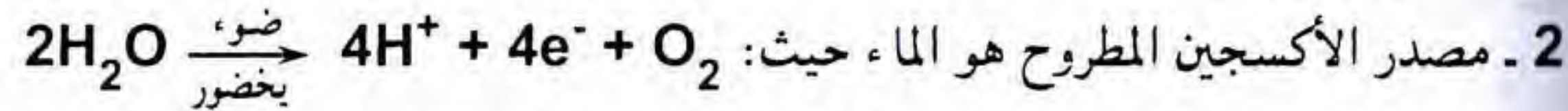
2 - 3: زيادة معتبرة في تركيز الأكسجين في الوسط عند إضافة المستقبلات أي حدوث التحلل الضوئي للماء بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.

3 - 4: تناقص كبير في تركيز الأكسجين في الوسط لغياب الضوء (عدم حدوث التحلل الضوئي للماء).

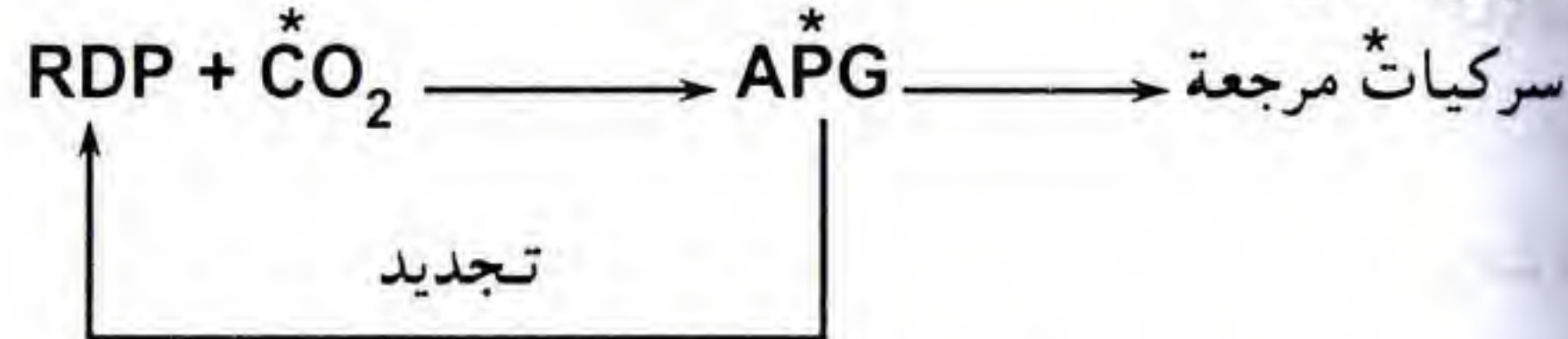
4 - 5: زيادة معتبرة في تركيز الأكسجين في الوسط عند إضافة المستقبلات (حدوث التحلل الضوئي للماء).

بعد 5: تناقص في تركيز الأكسجين في الوسط لغياب الضوء (عدم حدوث التحلل الضوئي للماء).

- الشروط الضرورية لطرح الأكسجين في الوسط هي: وجود الضوء - وجود مستقبلات للإلكترونات



III - أ. إن ظهور الإشعاع في كل من  $APG$  أولا والـ  $RDP$  ثانيا ثم السكريات يدل على أن  $CO_2$  دخل في تركيبها، حيث اتحد  $CO_2$  المشع مع  $RDP$  مشكلة  $2APG$  لأصبح هذا الأخير مشعا أولا ثم حول قسم من الـ  $APG$  إلى  $RDP$  والقسم الآخر تحول إلى سكريات.



ب. لتوفير نواتج المرحلة الكيموضوئية الضرورية لتثبيت  $CO_2$  المتمثلة بـ النواقل المرجعة  $NADPH_2$  و  $ATP$ .

ج. إن ثبات نسبة تشكّل السكريات وذلك لنفاذ نواتج المرحلة الكيموضوئية لغياب الضوء.

د. نظرا لوجود كمية من نواتج المرحلة الكيموضوئية فإنها تستخدم لتثبيت  $CO_2$  إنها المرحلة الكيموحيوية ومقرها حشوة الصانعة الخضراء (ستروما).

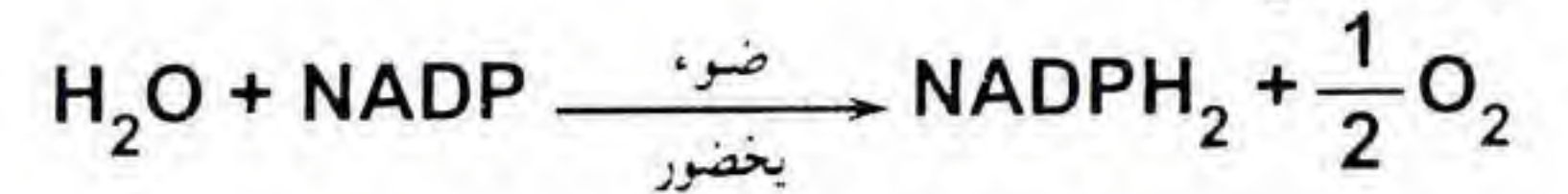


1. أ - حولت الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة على شكل سكر  $C_6H_{12}O_6$ .

ب - المصدر هو الماء  $H_2O$ .

التجربة : نزود بمعلق أشنة الكلوريل ب  $CO_2$  أو كسجين مشع  $O^{18}$  ثم نعرضها للضوء نلاحظ أن ال  $O_2$  المنطلق غير مشع مما يدل على أن مصدره ليس غاز  $CO_2$  نعاود التجربة ولكن  $CO_2$  عادي وماء  $H_2O$  أو كسجين مشع  $O^{18}$  فنلاحظ أن الأكسجين المنطلق مشع مما يثبت بأن مصدر الأكسجين هو الماء وليس  $CO_2$ .

ج - الضوء :



د - النواتج :  $NADPH_2$  و  $ATP$  إضافة إلى الأكسجين.

جزء من الطاقة الضوئية أصبح مخزنا بشكل :  $3ATP$  و  $2NADPH_2$

II - أ - التحليل : - قبل الحقن : ثبوت كمية ال  $O_2$  رغم وجود الضوء واليخضور .  
- عند حقن  $NADP$  : ارتفاع مؤقت للمنحنى ثم ثبوت مما يدل على وجود علاقة بين انطلاق ال  $O_2$  ووجود ال  $NADP$  في الصانعة.

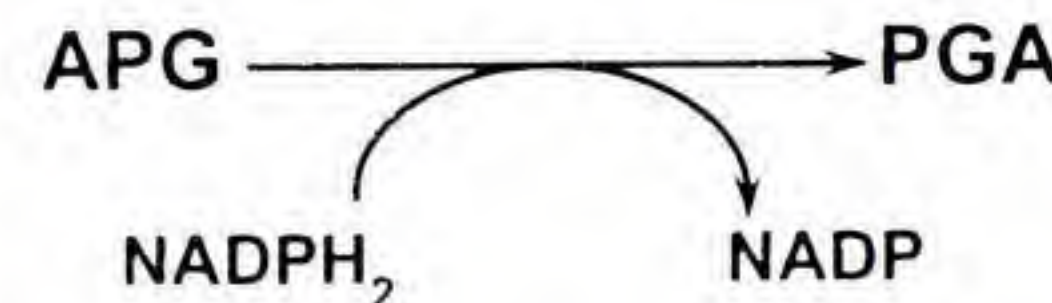
التفسير : إن كل النواقل الموجودة في الصانعة أصبحت مرجعة ولم تجدد لعدم أكسدتها مما يدل على عدم أكسدتها، لها علاقة بغياب ال  $CO_2$  في الوسط.

تدخل  $CO_2$  في تشكل ال  $APG$  من ال  $RDP$

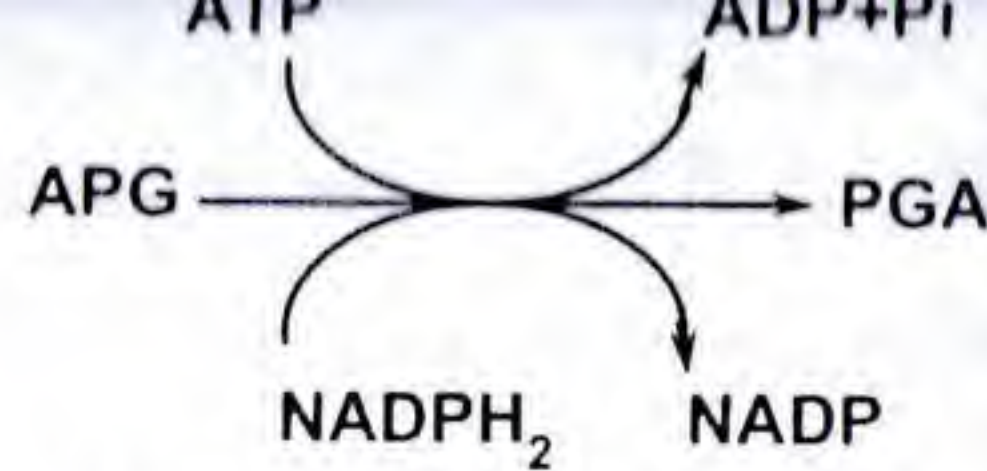


فغياب ال  $CO_2$  يعني غياب ال  $APG$

وال  $APG$  يتحول إلى  $PGA$  بالنواقل المرجعة المتشكلة في المرحلة الكيموضوئية إضافة إلى ال  $ATP$ .



فغياب ال  $APG$  يعني غياب أكسدة ال  $NADPH_2$



تحولت الطاقة من الناقل المرجع وال  $ATP$  إلى ال  $PGA$ .

### إجابة التمرين 8:

أ - 1 - تحليل منحنى الوثيقة:

- إن انطلاق غاز  $O_2$  يفسر بحدوث المرحلة الكيموضوئية .... عمل التيلاكويد.  
- قبل إضافة المستقبل "فيروسيانور البوتاسيوم": عدم انطلاق  $O_2$  ... عدم عمل التيلاكويد.

- عند إضافة 0,1 مل "فيروسيانور البوتاسيوم": انطلاق كمية قليلة من  $O_2$  ... عمل التيلاكويد في الضوء.

- عند إضافة 0,3 مل "فيروسيانور البوتاسيوم": انطلاق كمية كبيرة من  $O_2$  ... عمل التيلاكويد في الضوء.

- إذن تزداد كمية  $O_2$  المنطلقة بزيادة كمية المستقبل.

- الضوء وحده غير كاف لانطلاق غاز  $O_2$ .

2 - تحديد نوع تفاعل المستقبل:

- حدث تفاعل إرجاع للمستقبل (إستقبال للإلكترونات) الذي تحول من اللون البني المحمر إلى اللون الأخضر [خلال عملية التركيب الضوئي حدث تفاعل أكسدة أدى إلى تحرير إلكترونات قامت بإرجاع المستقبل].

3 - شروط انطلاق غاز  $O_2$ :

- توفر الإضاءة.

- توفر مستقبل الإلكترونات.

ب - 1 - تحديد أطوال الموجات الأكثر فعالية:

- طول الموجات الضوئية الأكثر فعالية هي المحصورة بين [400 - 500 nm] والمحصورة بين [620 - 680 nm]



- هناك تطابق بين المنحنيين [توافق بين شدة الإمتصاص وشدة التركيب الضوئي].
- الإنتاج: الإشعاعات الأكثر إمتصاصا هي الأكثر فعالية في عملية التركيب الضوئي.

## ج - 1 - التحليل المقارن للمنحنيين:

- ز0 - ز1 : في الظلام لا نلاحظ تغييرا في تركيز  $O_2$  في الوسط ولا في تركيز ATP لعدم حدوث التركيب الضوئي.
- ز1 - ز2 : بوجود الضوء نلاحظ بداية طرح غاز  $O_2$  وتركيب ATP بكميات قليلة.
- ز2 - ز3 : بوجود الضوء وإضافة ADP و Pi زيادة معتبرة في كمية  $O_2$  (طرح  $O_2$ ) وتركيب ATP.
- إنطلاقا من ز3 : في الظلام لا نلاحظ طرح  $O_2$  ولا تشكل ATP.

2 - تأثير ADP ، Pi على إنطلاق غاز  $O_2$  : لهما تأثير محفز للتركيب الضوئي.

## د - 1 - الإنتاج:

- إن غاز  $CO_2$  غير ضروري لعمل التيلاكيد.
- التعليل: إنطلاق غاز  $O_2$  (عمل التيلاكويد) يتم بغياب  $CO_2$ .

## 2 - لا

- إن توفر  $CO_2$  ليس شرطا لعمل التيلاكويد (إنطلاق  $O_2$ )

هـ - شروط عمل التيلاكويد هي:

- الضوء

- مستقبل الإلكترونات.

- وجود الـ ADP و Pi.

## إجابة التمرين 9:

- أ - في التجربة (1) تم تثبيت جزء معتبر من  $CO_2$  في حين لم يثبت أي جزء من  $CO_2$  في التجربة (2).
- إن تثبيت  $CO_2$  ولو لفترة زمنية قصيرة رغم غياب الضوء مما يدل على أن هذا التثبيت لا يتطلب الضوء مباشرة.

ب - في التجربة (1) تشكلت نواتج المرحلة الكيموضوئية المتمثلة بالنواقل المرجعة NADPH والـ ATP تستخدم في تثبيت  $CO_2$  في مرحلة أخرى وهي المرحلة الكيموضوئية.

في التجربة (2) لم تتحقق المرحلة الكيموضوئية إذا غياب نواتج هذه المرحلة إذا عدم تثبيت  $CO_2$ .

وهذا يؤكد بأن هناك مرحلتان: - مرحلة كيموضوئية.

- مرحلة كيموضوئية.

ج - عندما تزود الأشنة بـ  $CO_2$  وفي الظلام بعد عرضها للضوء لفترة سابقة يكون لديها نواتج المرحلة الكيموضوئية تستخدمها لتثبيت  $CO_2$  وعند نفاذها تتوقف عن هذا التثبيت لغياب الضوء (غياب نواتج المرحلة الكيموضوئية).

لذا نجد أن التثبيت في البداية يكون سريعا ثم يتناقص إلى أن يتوقف فيوازي المنحنى محور الزمن لنفاذ نواتج المرحلة الكيموضوئية.

## إجابة التمرين 10:

أ - 1 - العنصر هو التيلاكويد (الكيس)

2 - البيانات: 1 - كرية مذنبة (إنزيم الـ ATPase) المكون للـ ATP. 2 - غشاء التيلاكويد. 3 - تجويف التيلاكويد.

ب - المعلومات المستخلصة: إن مصدر الـ  $O_2$  المنطلق في عملية التركيب الضوئي هو الماء وليس غاز الفحم.

II - أ - نستنتج أن شروط عمل التيلاكويد هو: - وجود الضوء.

- وجود مستقبل الإلكترونات.

ب - 1 - تحديد نوع التفاعل الذي حدث في (1، 2):

- التفاعل (1): هو تفاعل أكسدة.

- التفاعل (2): هو تفاعل إرجاع.

2 - تفسير التفاعل (2):

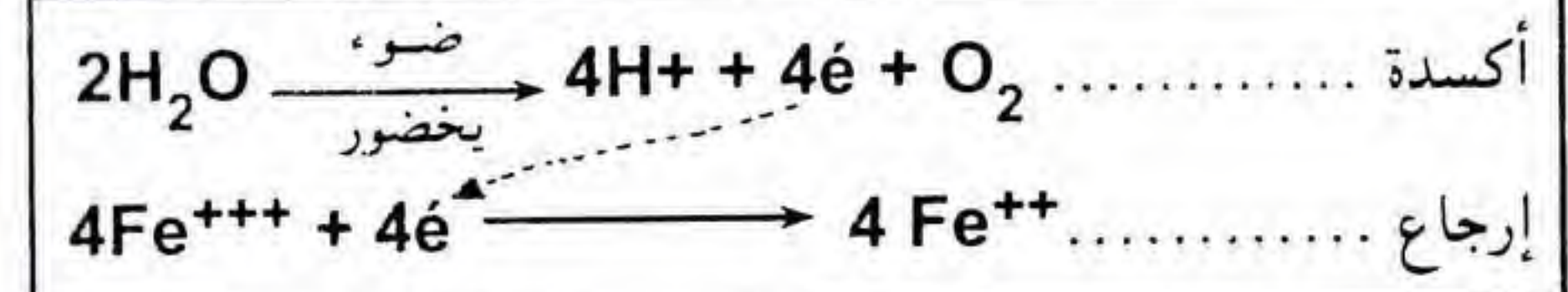
حدث تفاعل إرجاع للحديدك (الحديد الثلاثي)  $Fe^{+++}$  إلى الحديدوز (الحديد الثنائي)  $Fe^{++}$  باكتسابه إلكترون.





نلاحظ أن مصدر غاز  $O_2$  هو أكسدة الماء.

4 - تمثيل التفاعلين (1، 2) في معادلتين بسيطتين:



ج - 1 - تفسير ظهور اللون الأحمر:

- الضوء الصادر من اليخضور ناتج عن تهيج اليخضور، فالإلكترون يكتسب الطاقة الضوئية فينتقل من مدار داخلي على مدار خارجي وعند عودته إلى مداره الأصلي يفقد تلك الطاقة بشكل إشعاعات حمراء وحرارة.

2 - إستنتاج مصير الطاقة والإلكترون في تجربة الإستشعاع:

- الإلكترون يعود إلى مداره الأصلي، والطاقة المقتنصة تحرر على شكل إشعاعات حمراء وحرارة.

### إجابة التمرين 11:

1. التعرف على العناصر المرقمة :

- (1) - حبيبة نشاء. (2) - صفيحة حشوية. (3) - فجوة عصارية. (4) - النواة.
- (5) - الجدار السليلوزي. (6) - الهالوبلازم. (7) - ميتوكوندري.
- 2 - تحديد الطبيعة الكيميائية للحبيبات : ذات طبيعة سكرية معقدة (نشاء).

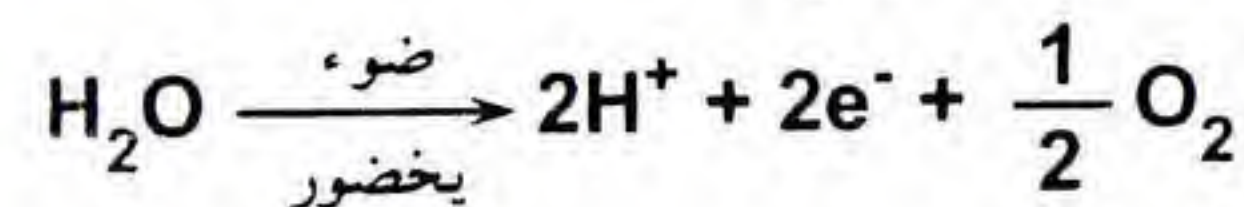
3 - الوظيفة الخلوية هي : التركيب الضوئي.

- مقر الظاهرة : الصانعة الخضراء.

- رسم الصانعة الخضراء (راجع التمرين 2).

4 - تفسير النتائج :

- الكربون الداخل في تركيب الجزيئات العضوية مصدره كربون  $CO_2$ .
- الأكسجين الداخل في تركيب الجزيئات العضوية مصدره أكسجين  $CO_2$ .
- الأكسجين المنطلق مصدره التحليل الضوئي للماء.



بوجود  $CO_2$  : تركيز الـ APG والـ Rudip ثابتة مع ملاحظة أن كمية الأول أكبر من الثاني.

بغياب  $CO_2$  : تناقص الـ APG (نفاذه) وتراكم الـ Rudip.

التفسير: - بوجود  $CO_2$  : هناك توازن ديناميكي حيث الكميات المتحولة من أحدهما إلى الآخر ثابتة حيث سرعة تحويلهما = سرعة تركيبهما

بغياب  $CO_2$  : يتناقص الـ APG ويزداد الـ Rudip بسبب غياب  $CO_2$  وبالتالي عدم قدرة الـ Rudip التحول إلى الـ APG.

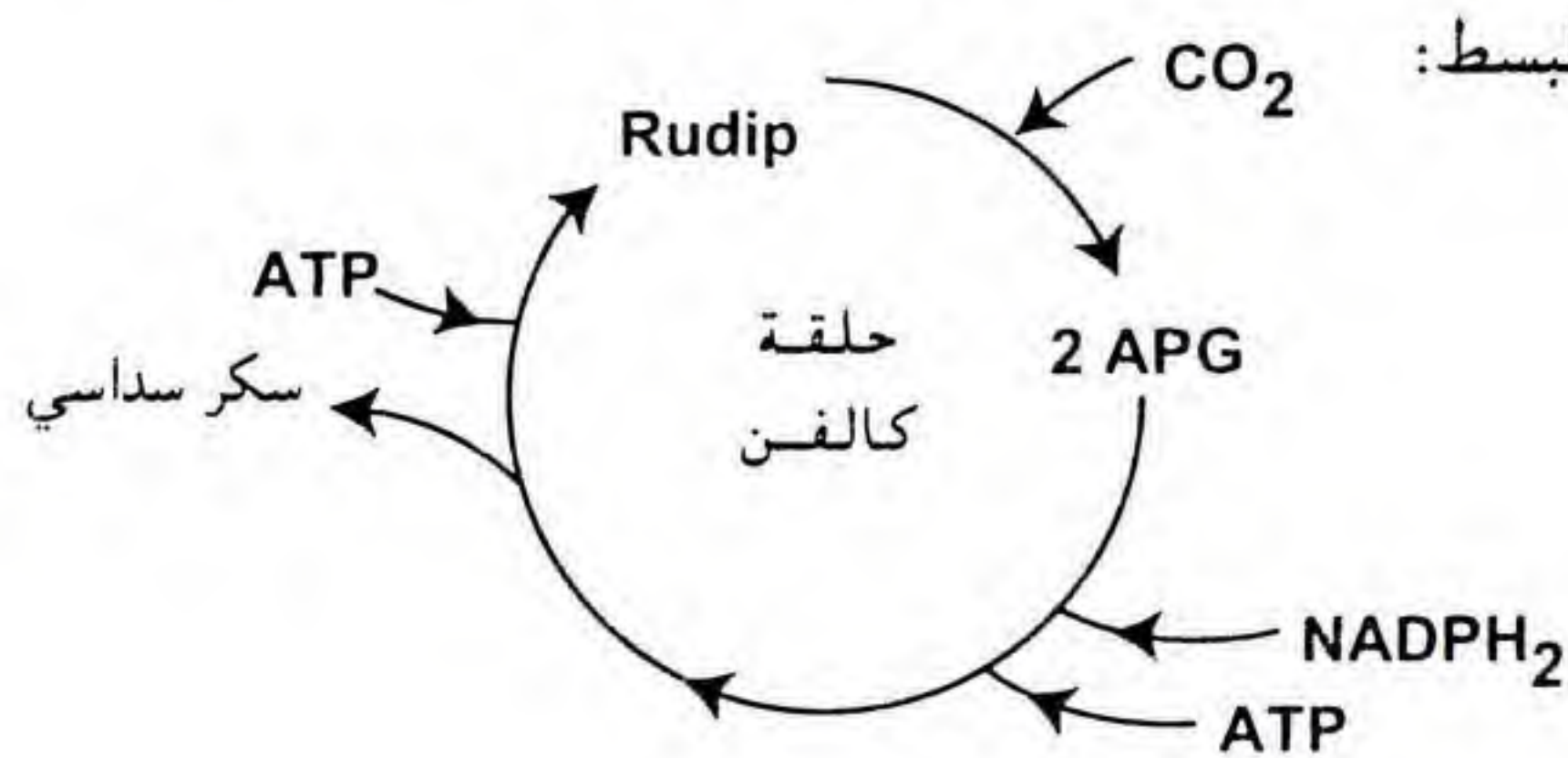
- تحول كل APG إلى Rudip.

الوثيقة 3: التحليل: بوجود الضوء: توازن ديناميكي لكميتي الـ APG والـ Rudip مع ملاحظة أن كمية الـ APG أكبر من كمية الـ Rudip.

بغياب الضوء: يزداد الـ APG بسبب تثبيت  $CO_2$  من قبل الـ Rudip.

عدم تحويل الـ APG إلى Rudip نتيجة غياب نواتج المرحلة الكيموضوئية.

ب - المخطط المبسط:



### إجابة التمرين 12:

أ - 1 - عند سقوط فوتونات على أصبغة هوائية في النظام الضوئي يتم إستقبال الفوتونات ونقل الطاقة الضوئية بين مجموعة من الأصبغة الهوائية.

2 - تحديد دور كل من الصبغة الهوائية وأصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي: - يتكون النظام الضوئي من:



♦ أصبغة مركز التفاعل: ... تتم فيها عملية أكسدة (فقد الإلكترون ذو الطاقة العالية).

3 - تعليل استعمال تسمية مركز التفاعل لجزيئات من اليخضور الخام من النظام الضوئي - بسبب حدوث تفاعل الأكسدة بها.

ب - 1 - التحليل:

- يتكون النظام الضوئي من:

♦ الأصبغة الهوائية إيخضور "أ"، "ب"، أشباه الكاروتينات عدد كبير منها.

♦ أصبغة مركز التفاعل إيخضور "أ" وهي جزئتان،  $P_{680}$  في PSII و  $P_{700}$  في PSI.

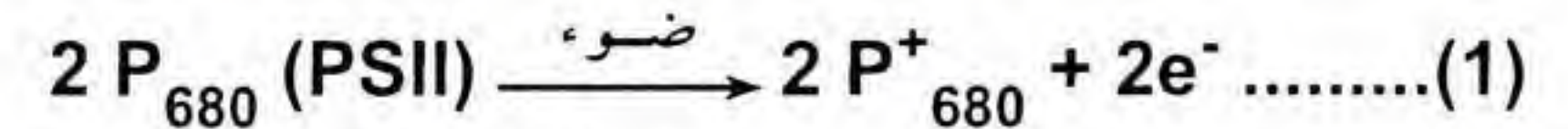
- الوثيقة (2): - إستقبال الطاقة الضوئية من طرف صبغة هوائية  $P_1$  فتتهيج فينتقل الإلكترون من مدار داخلي إلى مدار خارجي ثم تنتقل الطاقة المحررة إلى صبغة هوائية مجاورة  $P_2$  فتتهيجها وهكذا إلى أن تنتقل الطاقة إلى صبغة مركز التفاعل فتتهيج هذه الأخيرة وتحرر إلكترون غني بالطاقة (أكسدة).

2 - الإستخلاص: الأصبغة الهوائية تقتنص الطاقة من الطاقة الضوئية وترسلها إلى أصبغة مركز التفاعل التي تتأكسد بفقد إلكترون غني بالطاقة.

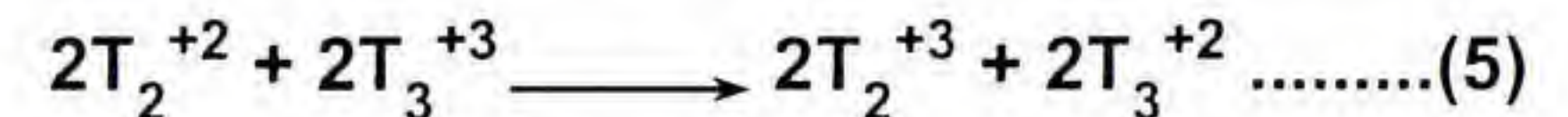
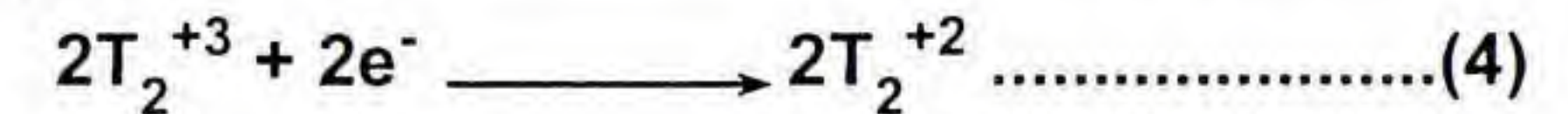
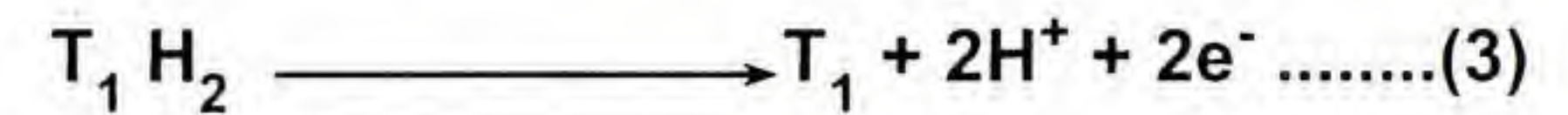
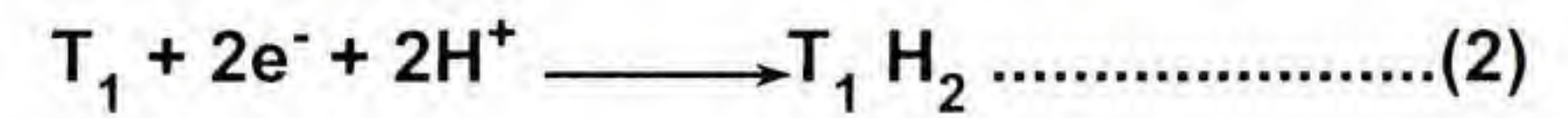
ج -

الأصبغة الهوائية	أصبغة مركز التفاعل
تنتقل الطاقة بين الأصبغة الهوائية دون إنتقال الإلكترونات	تنتقل الطاقة والإلكترونات

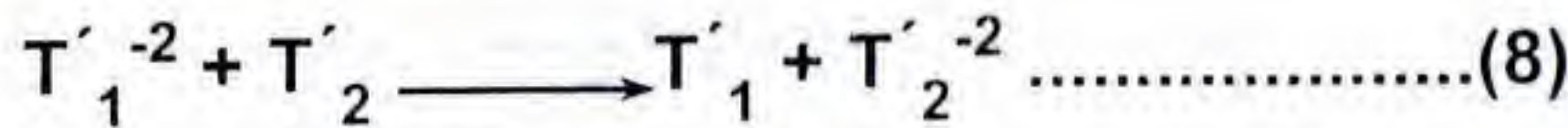
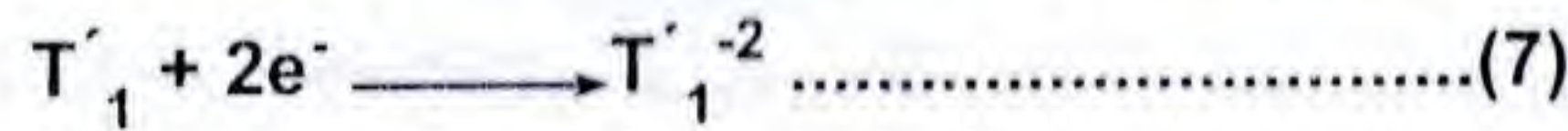
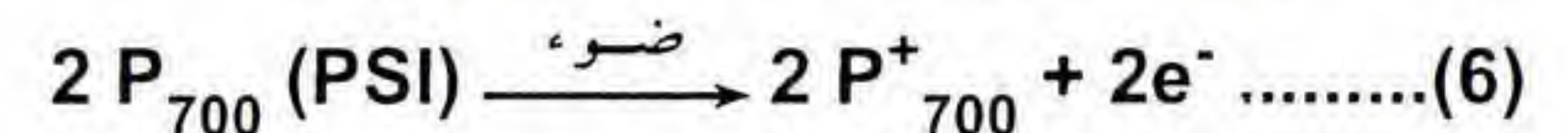
د - تسقط الفوتونات على PSII فيتأكسد كمايلي:



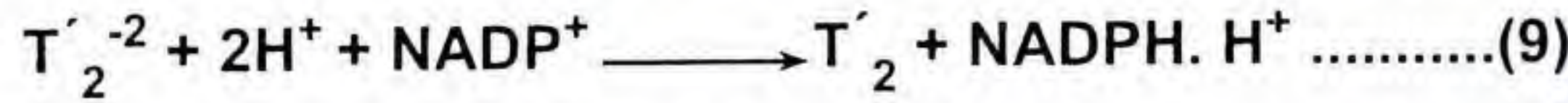
- فيقوم بإرجاع النواقل T الموجودة بين PSII و PSI كمايلي:



- تسقط الفوتونات على PSI فيتأكسد كمايلي:



- ثم إرجاع نواقل الهيدروجين الموجودة في الحشوة  $NADP^{+}$  كمايلي:

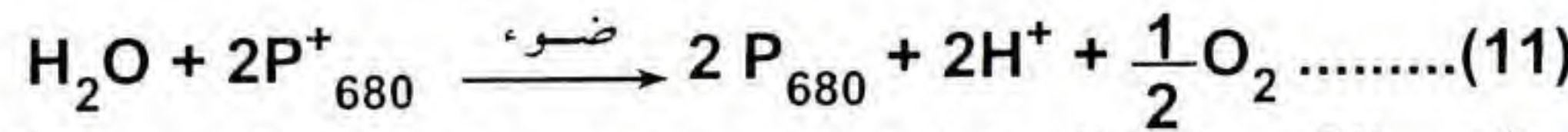


- لكي يستمر عمل هذين النظامين فلا بد من إسترجاع الكترولوناتها:

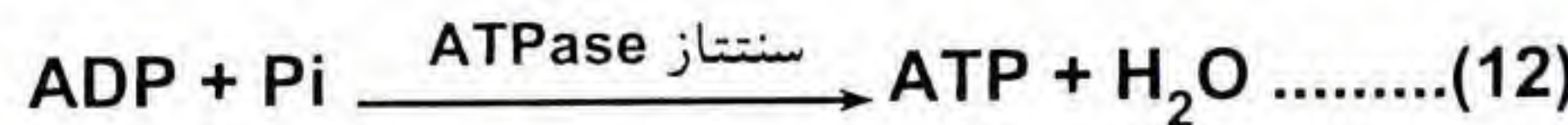
♦ إن PSI يسترجع الكترولونات من PSII عن طريق  $T_3$  كمايلي:



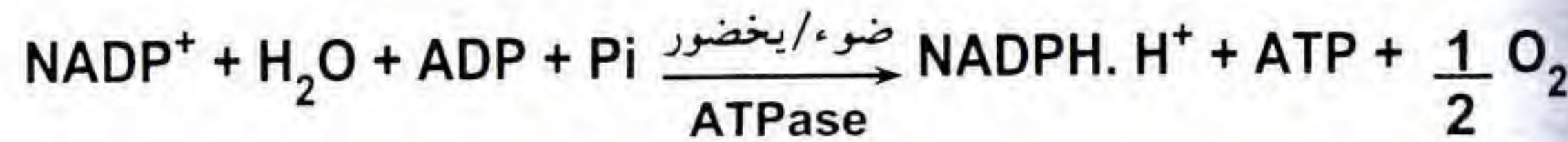
♦ أما PSII فيسترجع الكترولونات من التحلل الضوئي للماء:



♦ تتكدس الكييسات بالبروتونات فخروجها حسب تدرج التركيز عبر الكريات المذنبية تحرر طاقة تعمل على فسفرة ال ADP إلى ATP كمايلي:



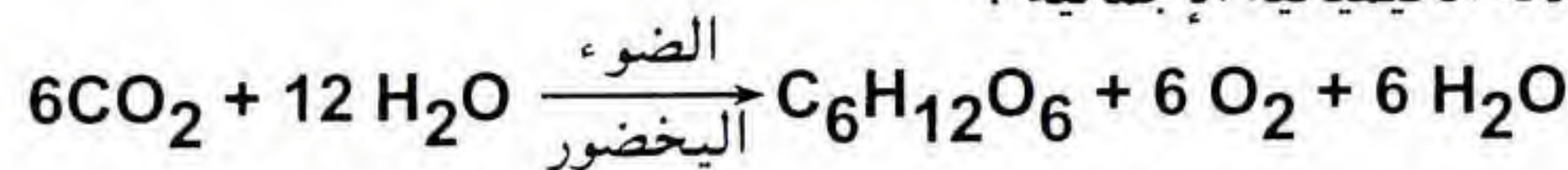
♦ بجمع المعادلات السابقة نحصل على المعادلة الإجمالية للفسفرة الضوئية:



### إجابة التمرين 13:

1 - أ - الاستخلاص: في وجود  $CO_2$  والماء تقوم الصانعة الخضراء للضوء بتركيب مادة عضوية وتحرر غاز  $O_2$  وأن مصدر ال  $O_2$  المنطلق هو الماء ومصدر الكربون  $CO_2$  يدخل في بناء المادة العضوية

ب - المعادلة الكيميائية الإجمالية:



ج - تحديد مقر التفاعلات: إن التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وتشكل ال ATP يطرح ال  $O_2$  يتم على مستوى الكييس (المرحلة الكيموضوئية).

- تثبيت غاز  $CO_2$  باستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية وبناء المادة السكرية،



## 2 - أ - تحليل وتفسير المنحنيات :

♦ تمثل المنحنيات تطور كمية الإشعاع في المركبات بدلالة الزمن.

♦ عند تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$  المشع :

- ظهور إشعاع قوي في **APG** ، يقابله غياب الإشعاع في بقية المركبات.

- يدل ذلك على أن أول مركب يظهر فيه الإشعاع ويدخل في تركيبه  $\text{CO}_2$  هو **APG**

♦ بعد 4 ثوان من تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$  :

- تناقص الإشعاع في الـ **APG** ، يقابله ظهور الإشعاع في تريوزات بعد ثانية من تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$ . ويتبع ذلك بظهور الإشعاع في السكريات السداسية.

- يدل ذلك على استعمال الـ **APG** في تركيب التريوزات والتي تعمل بدورها على تركيب السكريات السداسية.

♦ ما بين (5 - 9 ثا) من بداية التجربة :

- ثبوت كمية الـ **APG** ، تزايد كل من التريوزات والسكريات السداسية.

- يفسر ذلك باستعمال **APG** في تركيب السكريات وتجديده لذا تبقى كمياته ثابتة.

♦ ما بين (9 - 15 ثا) من بداية التجربة :

- استمرار ثبوت الـ **APG** وثبوت كمية التريوزات يقابله استمرار زيادة السكريات السداسية.

- يدل ذلك على استمرار استعمال وتجديد الـ **APG** ، وأن ما يستعمل من تريوزات في تركيب السكريات يعاد تجديده.

♦ ما بين (14 - 16 ثا) من بداية التجربة :

- تناقص ضعيف للتريوزات ، دليل على استعماله وعدم تجديده ، لانتهاء  $\text{CO}_2$  في الوسط يقابل ذلك تزايد كمية السكر السداسي.

ب - ترتيب المركبات الناتجة : يتشكل الـ **APG** أولا ثم التريوز ثم السكر السداسي.

ج - لا تسمح هذه النتائج بتحديد الجزئية العضوية المستقبلية لـ  $\text{CO}_2$  .

♦ التعليل : إن الجزئية العضوية المستقبلية لـ  $\text{CO}_2$  هي مركب «**RUDIP**» الذي لم تشر إليه النتائج التجريبية المقدمة.

يثل المنحنى تغيرات تركيز  $\text{O}_2$  في الوسط بدلالة الزمن في شروط تجريبية مختلفة.

قبل إضافة الميتوكوندري : تركيز  $\text{O}_2$  ثابت دليل على عدم استعماله.

عند إضافة الميتوكوندري : استهلاك سريع وطفيف لـ  $\text{O}_2$  دليل على استعماله من طرف الميتوكوندري.

بعد إضافة الجلوكوز : تبقى كمية  $\text{O}_2$  ثابتة تقريبا في الوسط دليل على عدم استعماله من طرف الميتوكوندري يدل ذلك على أن الميتوكوندري لا يستعمل مباشرة الجلوكوز أثناء التنفس.

بعد إضافة حمض البيروفيك : تناقص سريع ومفاجئ لكمية  $\text{O}_2$  في الوسط دليل على استعماله مباشرة من طرف الميتوكوندري أثناء التنفس، يستعمل حمض البيروفيك في تفاعلات الأكسدة.

بعد إضافة **ADP** يزداد استهلاك  $\text{O}_2$  من طرف الميتوكوندري يفسر ذلك بزيادة سرعة تفاعلات الفسفرة التأكسدية بتشكيل **ATP** مما يسمح بزيادة استهلاك  $\text{O}_2$ .

عند إضافة السيانونور : يتوقف استهلاك  $\text{O}_2$  بسبب توقف تفاعلات الفسفرة التأكسدية وبالتالي عدم تركيب **ATP**.

ب - اسم المرحلة التي تحدث في الهيولى الأساسية : التحلل السكري.

♦ الحصلة الطاقوية لجزئية الجلوكوز :

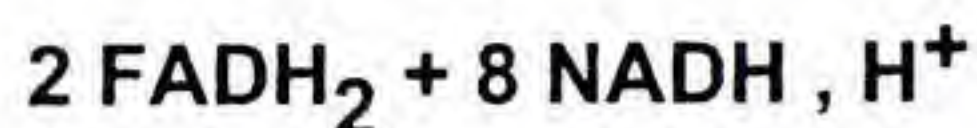
الحصلة الطاقوية القابلة للاستعمال في هذه المرحلة : **2 ATP**

الحصلة الطاقوية غير القابلة للاستعمال في هذه المرحلة : **2 NADH<sub>2</sub>**

♦ اسم المرحلة التي تحدث في حشوة الميتوكوندري : حلقة كريبس والمرحلة الممهدة لها.

♦ الحصلة الطاقوية القابلة للاستعمال في هذه المرحلة : **2 ATP**

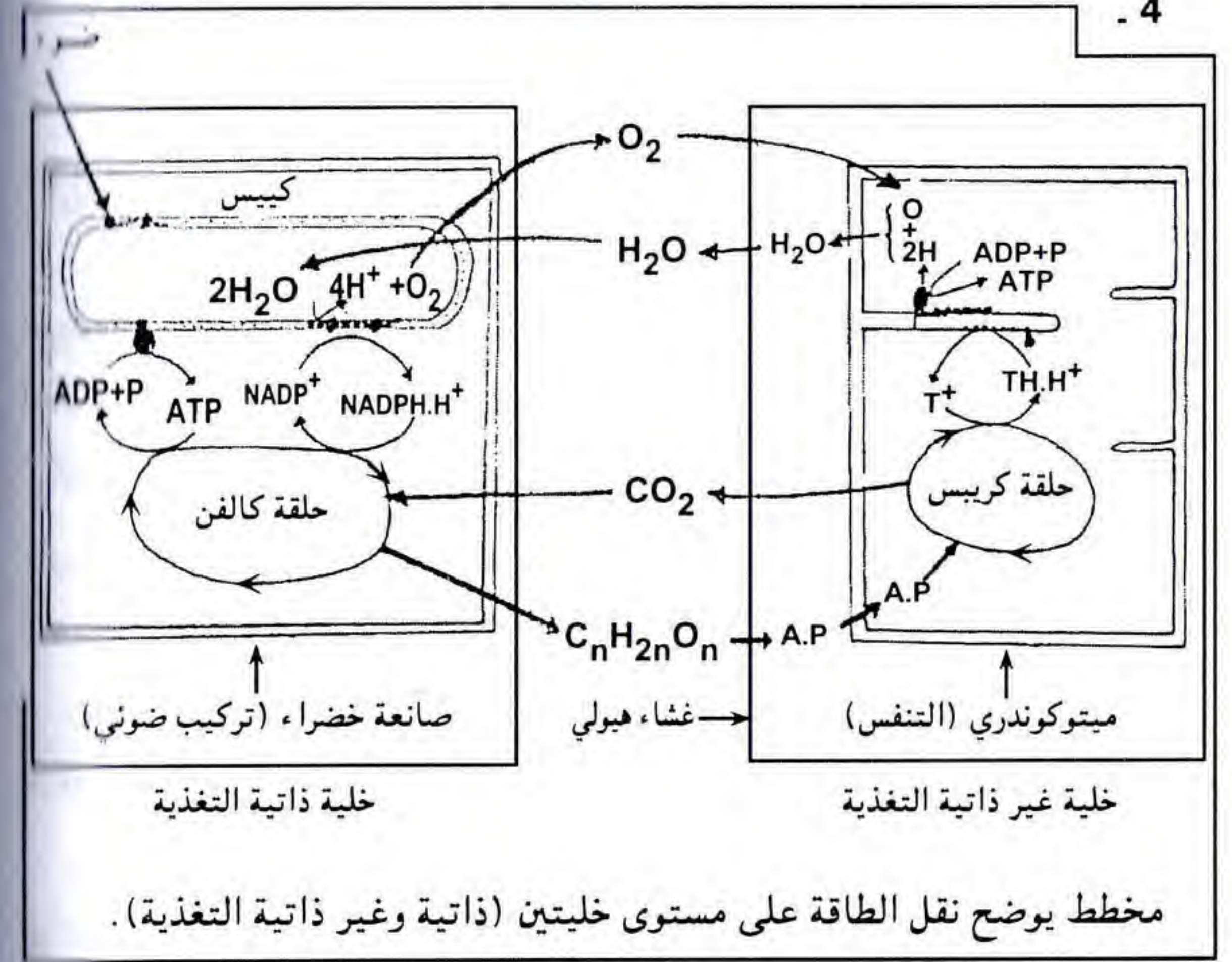
♦ الحصلة الطاقوية غير القابلة للاستعمال في هذه المرحلة :





ج - دور الميتوكوندري في الخلية : مقرر إنتاج الطاقة في الخلية بشكل ATP (بنوك لصنع العملة الخلية ATP)

4 -



مخطط يوضح نقل الطاقة على مستوى خليتين (ذاتية وغير ذاتية التغذية).

### إجابة التمرين 14:

1 - المعلومات التي يمكن إستخراجها فيما يخص آليات التركيب الضوئي :

- من 1 ، 2 نستخرج أن تشكل الـ ATP يتم فقط على مستوى الأغشية التيلاكويدية.

- من 3 ، 4 ، 5 نستنتج أن تثبيت  $CO_2$  بكميات معتبرة يتم في المادة الأساسية (ستروما) في وجود نواتج التفاعلات الكيموضوئية ( $NADPH \cdot H^+$  ,  $ATP$ ) الناتجة عن نشاط الأغشية التيلاكويدية.

2 - أ : تحليل النتائج المحصل عليها :

- بعد 1 ثانية نسجل ظهور APG مشع.

- بعد 5 ثواني نسجل ظهور عنصرين جديدين مشعين هما : TP ، HP مع نقصان في كمية APG

- بعد 15 ثانية نسجل ظهور مركب جديد : Rudip مع تناقص كمية كل من APG و TP و زيادة في كمية HP.

- الإستنتاج فيما يخص المركبات المحصل عليها :

إن المركبات المحصل عليها في نهاية التجربة تشكلت إنطلاقا من APG الناتج من تثبيت  $CO_2$  المشع في وجود الضوء.

ب : إقتراح ترتيب المركبات المتشكلة حسب التسلسل الزمني :



ج : الفرضيات المقدمة فيها يخص مصدر APG :

- الفرضية الأولى : ينتج الـ APG من إتحاد جزيئات  $CO_2$ .

- الفرضية الثانية : ينتج الـ APG من إستقبال  $CO_2$  لمركب ثنائي الكربون.

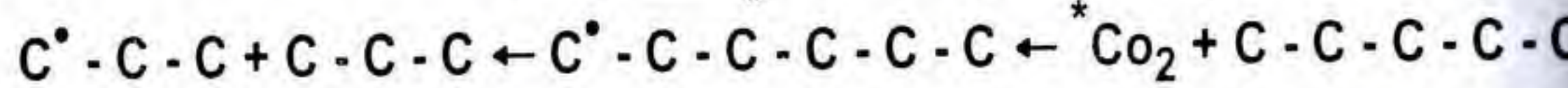
- الفرضية الثالثة : ينتج الـ APG من تثبيت جزيئة  $CO_2$  على مركب خماسي الكربون

( $C_5$ ) وتشكل جزيئة سداسية الكربون ( $C_6$ ) تعطي بدورها جزيئتين من APG ( $C_3$ ).

د : تأكيد الفرضيات :

- نعم تسمح هذه النتائج بتأكيد الفرضية الثالثة.

- التعليل : بما أننا تحصلنا على جزيئتين من الـ APG و ظهر الإشعاع في واحدة منها فقط يدل ذلك على أن الفرضية الثالثة هي الصحيحة.



هـ :  $\alpha$  : ملاحظة تطور المركبين في الوسطين :

- في الوسط 1% من  $CO_2$  نسجل كمية APG ، Rudip ثابتة مع مرور الزمن وتتطور بصفة متوازنة.

- في الوسط 0% من  $CO_2$  نسجل أن نسبة Rudip تزداد باستمرار (تتراكم)، بينما نسبة APG تتناقص مع مرور الزمن (إلى أن تنعدم)

$\beta$  : تفسير تطور المركبين في الوسطين :

♦ تفسير الملاحظة الأولى : وجود توازن ديناميكي بين تحويل Rudip إلى APG خلال تثبيت  $CO_2$  و تجديده إنطلاقا من APG.

♦ تفسير الملاحظة الثانية : تترجم زيادة Rudip إلى عدم تحويله في غياب  $CO_2$  و تراكمه من خلال تحويل APG الموجود.

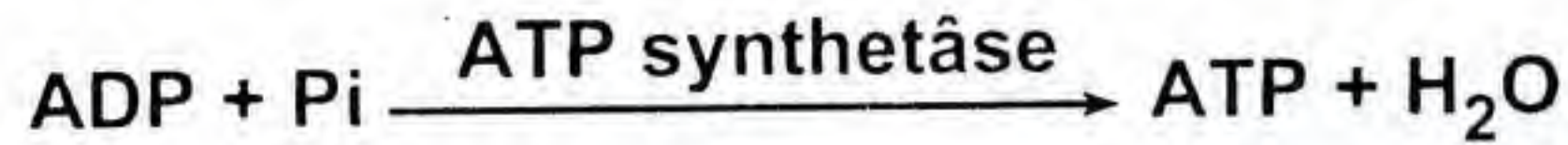
- يرجع تناقص APG إلى عدم تشكله في غياب  $CO_2$  و مواصلة تحويله إلى Rudip.

و من خلال هذه النتائج نلاحظ أن هناك علاقة وطيدة بين المركبين تتمثل في حلقة كالفن.



١٠ - آلية تركيب الـ ATP: - خروج البروتونات حسب تدرج التركيز من خلال المعبر الذي يوفره أنزيم ATPsynthétase محررة طاقة فينشط الإنزيم ويقوم بفسفرة الـ ADP إلى ATP باستعمال Pi.

٧ - المعادلة:



٦ - شروط تركيب ATP:

- وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

- وجود إنزيم ATP synthétase.

- وجود ADP و Pi.

ب - ١ - البيانات:

١٣ - غشاء التيلاكويد	٧ - $\text{O}_2$	١ - الماء
١٤ - PSII	٨ - $\text{CO}_2$	٢ - إلكترونات
١٥ - PSI	٩ - السلسلة التركيبية الضوئية	٣ - بروتونات
١٦ - نواقل إلكترونات	١٠ - ATP Synthétase	٤ - إنزيم محلل للماء
	١١ - غشاء داخلي	٥ - $\text{ADP} + \text{Pi}$
	١٢ - غشاء خارجي	٦ - ATP

٢ - نواتج المرحلة الكيموضوئية:

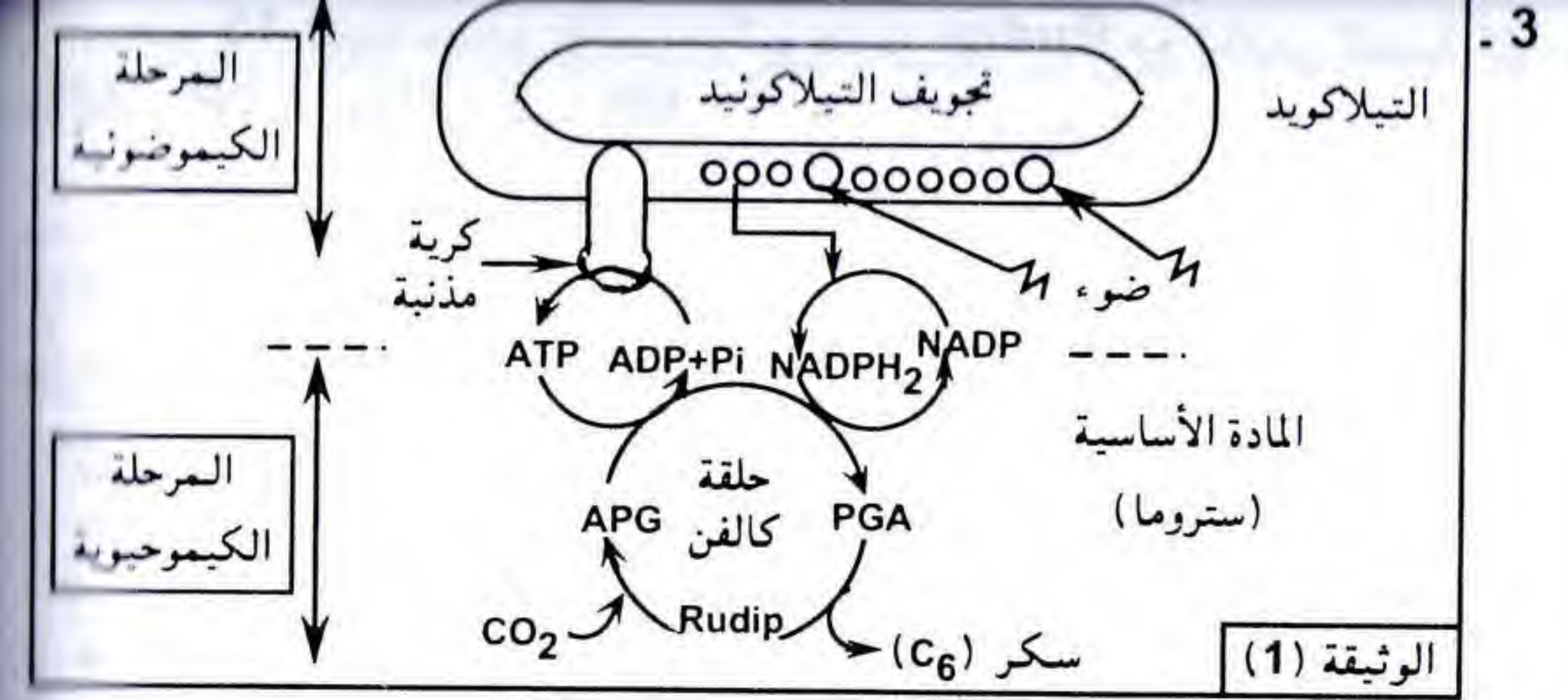
ATP .

NADPH.  $\text{H}^+$  .

$\text{O}_2$  .

٣ - دور العنصرين ١٤ ، ١٥ :

النظامين الضوئيان PSII و PSI مسؤولان على إستقبال وتحويل الطاقة الضوئية في صورة إلكترونات غنية بالطاقة.



### إجابة التمرين 15:

المراحل	pH الوسط الخارجي	pH الوسط الخارجي	المقارنة
المرحلة (1)	7	7	متماثل
المرحلة (2)	4	7	مختلف

١ - مفهوم pH: يعبر عن حموضة الوسط وهو يتناسب عكسيا مع تركيز البروتونات في الوسط

$$\text{PH} = -\text{Log} [\text{H}^+] \text{ أو } 10^{-\text{PH}} = [\text{H}^+] \text{ أو } \frac{1}{[\text{H}^+]} = \text{PH}$$

٢ - التفسير الشاردي:

- تركيز البروتونات (في المرحلة 2) في الوسط الخارجي < من تركيزها في التجويف

٣ - التعليل:

- تغير pH تجويف الكبيس في المرحلة (3) نتيجة زيادة في تركيز البروتونات (أي دخول البروتونات).

٤ - التعليل:

- لتغيير قيمة pH (زيادة) لانخفاض تركيز البروتونات في الوسط الخارجي وتوليد فرق في تدرج تركيز البروتونات بين الداخل والخارج.

٥ - α - مصدر البروتونات: ♦ - إدخال البروتونات من قبل  $\text{T}_2$  وذلك باستخدام

الطاقة الناتجة عن حركة الإلكترونات.

♦ - التحلل الضوئي للماء.



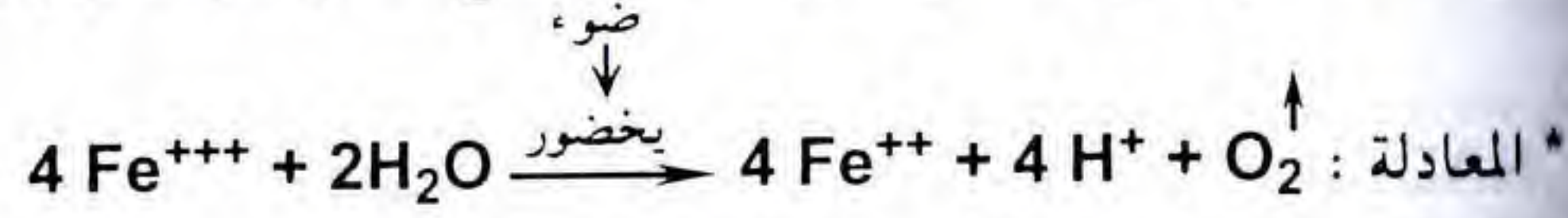
## اجابة التمرين 17:

1-1. تسمية العضية : صانعة خضراء (كلوروبلاست).

2. التعرف على العناصر :

- |                |                 |                          |
|----------------|-----------------|--------------------------|
| 1. غشاء خارجي  | 5. أكياس بذيرية | 9. ADN                   |
| 2. غشاء داخلي  | 6. نشاء         | 10. كرات مذبذبة (ATPase) |
| 3. مادة أساسية | 7. حبيبة كثيفة  | 11. غشاء الكيس           |
| 4. صفيحة       | 8. ريبوزوم      | 12. كيس (تيلاكويد).      |

1. 1. أ. تفسير النتائج : يعود إنطلاق  $O_2$  إلى التحليل الضوئي للماء حيث يستقبل  $Fe^{+++}$  إلكترونات فتتحول إلى  $Fe^{++}$  (إرجاع الناقل غير الفيزيولوجي).

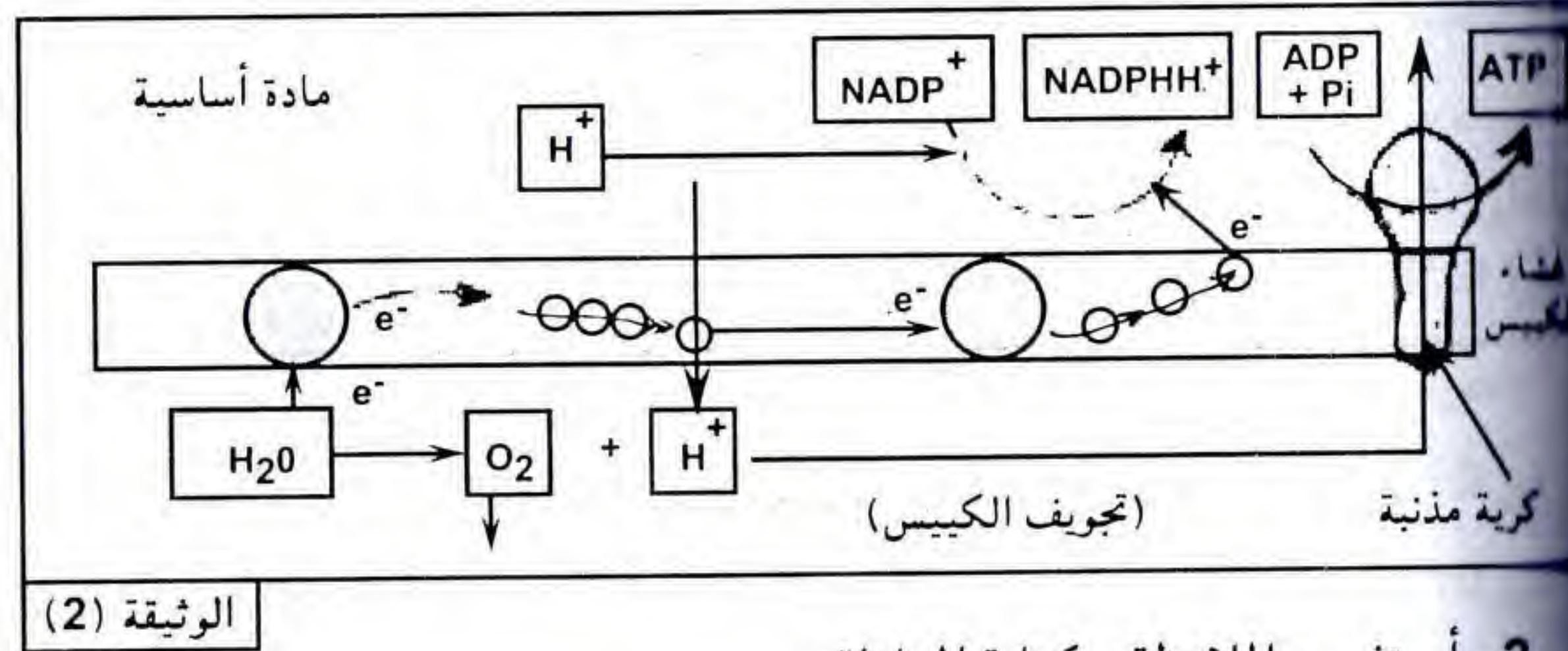


\* التوضيح في الشروط الفيزيولوجية العادية :

تعوض أكسالات البوتاسيوم الحديدي بمستقبل فيزيولوجي هو :  $NADP^+$  و تصبح المعادلة كما يلي :

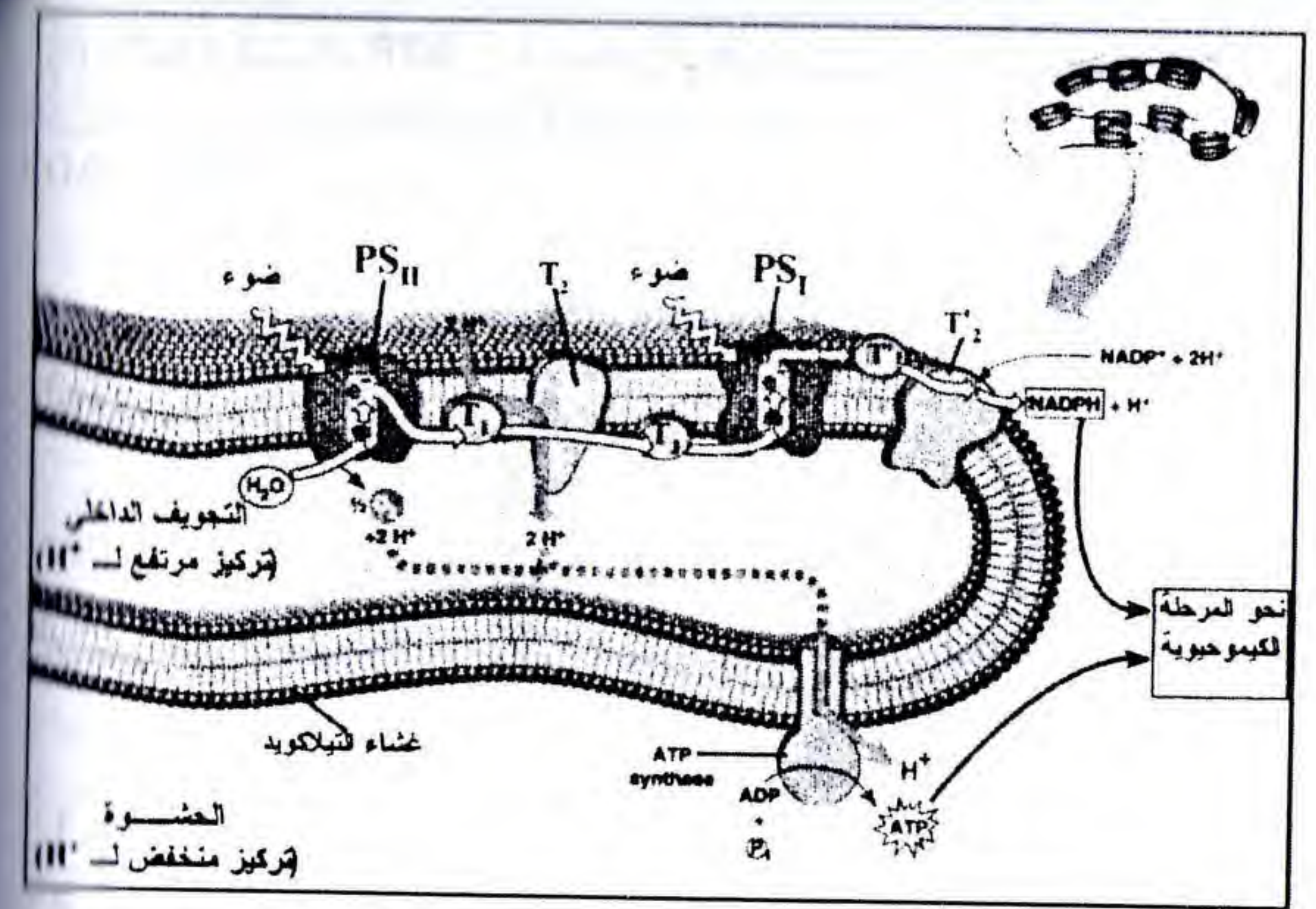


ب. رسم الوثيقة - 2. و كتابة البيانات عليه :



2. أ. تفسير الملاحظة و كتابة المعادلة :

عندما تتراكم البروتونات ( $H^+$ ) في تجويف الكيس فإنها تتدفق عبر الكريات اللدنية وفق تدرج التركيز.



## اجابة التمرين 16:

1. نلاحظ أن كمية  $CO_2$  المثبتة تتغير حسب شدة الإضاءة والعلاقة طردية.

الإستنتاج: إرتفاع شدة الإضاءة يؤدي إلى إرتفاع كمية  $CO_2$  المثبتة.

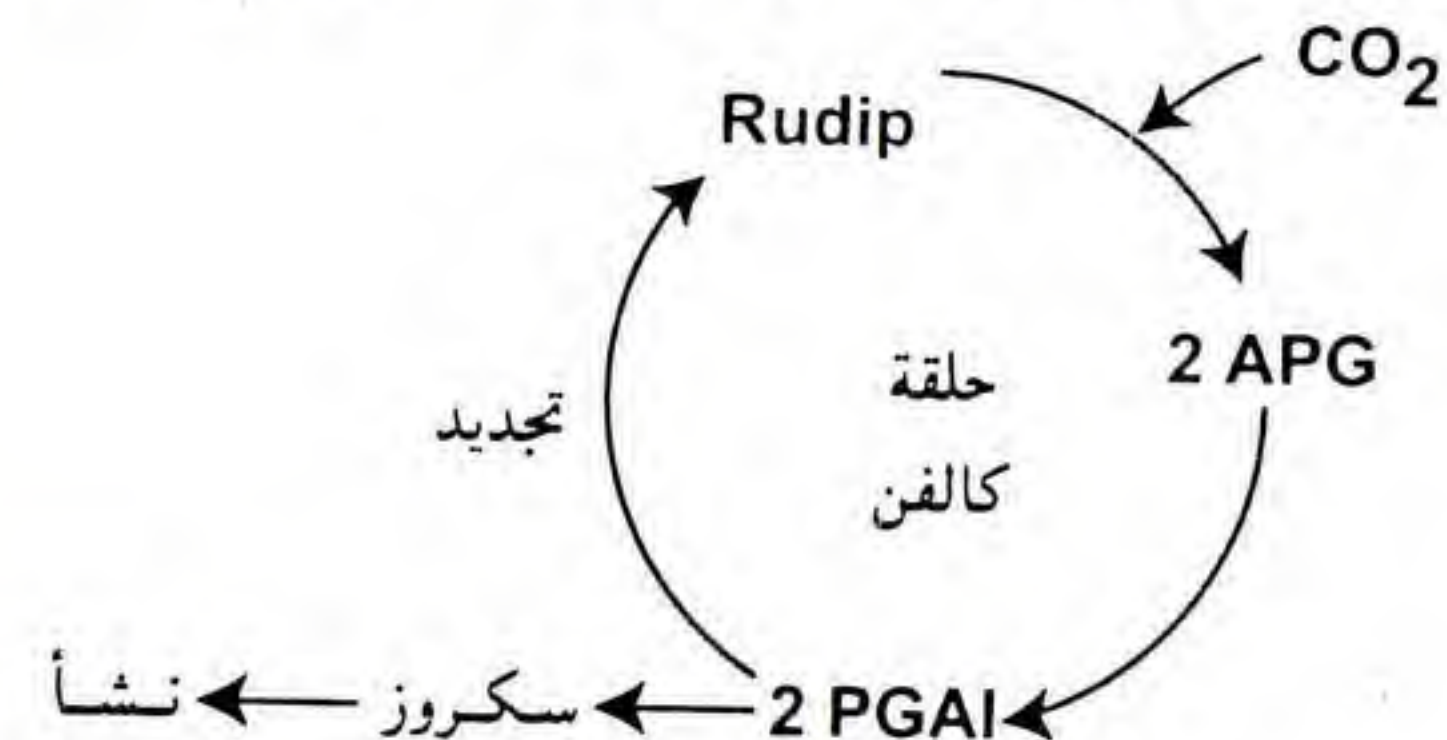
2. في حالة إستعمال 1000 شمعة مشتعلة نلاحظ كلما يزداد تركيز  $CO_2$  في الوسط تزداد كمية  $CO_2$  الممتصة من طرف النبات (العلاقة طردية).

الأمثلة تتعلق بظاهرة التركيب الضوئي.

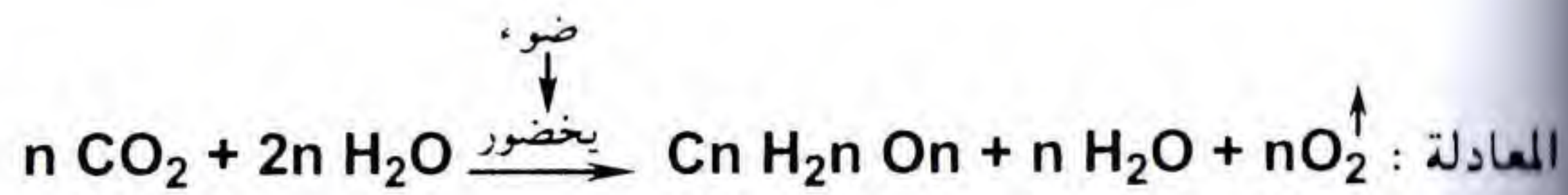
3. الرسم (راجع التمرين 2).

ب. 1. الترتيب:  $APG \leftarrow$  سكر أحادي الفوسفات  $\leftarrow$  سكروز  $\leftarrow$  نشاء.

2. يدمج  $CO_2$  ليشكل مع Rudip جزئيتان من الـ  $APG$  الذي بدوره يعطى الـ Rudip من جهة ومن جهة أخرى سكر أحادي الفوسفات الذي يكون السكروز ثم النشاء.







### اجابة التمرين 18:

1. ا. تحليل التجارب:

التجربة الأولى: في وجود الضوء وعند سقوط الفوتونات على النظام الضوئي فإنه يأكسد لفقدته الإلكترونات التي تعمل على إرجاع المستقبل  $\text{Fe}^{+3}$  وفقا للمعادلة التالية:  $2\text{Fe}^{+3} + 2e^- \rightarrow 2\text{Fe}^{+2}$  يسترجع النظام الضوئي إلكتروناته من تحليل الماء، ينتج من هذا التحلل إطلاق الأكسجين.

عند توقيف الإضاءة ← تعطيل النظام الضوئي ← لا يتم تحرير الإلكترونات ← لا يتم تحليل ضوئي للماء ← لا ينطلق الأكسجين.

التجربة الثانية:

أ. تركيز البروتونات داخل التيلاكويد = تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ← عدم تحليل البروتونات ← عدم فسفرة ADP.

ب. تركيز البروتونات داخل التيلاكويد < تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ← تدفق البروتونات فسفرة الـ ADP.

ج. فسفرة الـ ADP تتم على مستوى الكريات المذبذبة (إنزيم الـ ATPase).

د. فسفرة الـ ADP على مستوى التيلاكويد تتم في الضوء أو الظلام.

هـ. وجود "FCCP" يؤدي إلى زوال الفرق في تركيز البروتونات بين الوسطين الداخلي والخارجي (أغشية التيلاكويد تصبح نفوذة للبروتونات) ← توقف عملية فسفرة الـ ADP.

التجربة الثالثة:

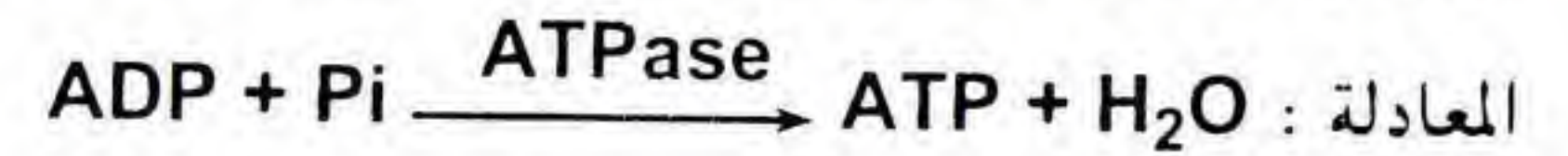
من 0 إلى 10 : تتزايد كمية: RDP ، APG ، السكر.

من 10 إلى 30 : ثبات كمية: RDP ، APG ، واستمرار تزايد السكر.

من 30 إلى 35 : تزايد السكر، APG ونقصان RDP.

من 35 إلى 40 : ثبات كمية السكر، تناقص APG ثم ثباته، استمرار تناقص RDP.

يتركب الـ ATP مستعملا طاقة تدفق البروتونات  $\text{H}^+$  عبر الكريات المذبذبة.



ب. عند وضع الكيسات ذات  $\text{PH} = 4$  في وسط  $\text{PH} = 8$  وفي وجود الضوء الأبيض، يستمر تركيب الـ ATP بشكل عادي.

\* عند وضع الكيسات ذات  $\text{PH} = 4$  في وسط  $\text{PH} = 4$  في وجود الضوء الأبيض نلاحظ مايلي :

- في البداية لا يحدث تركيب الـ ATP.

- بعد فترة : يحدث تركيب الـ ATP.

ج. العلاقة بين المعلومات المستخلصة : - نعم، توجد علاقة.

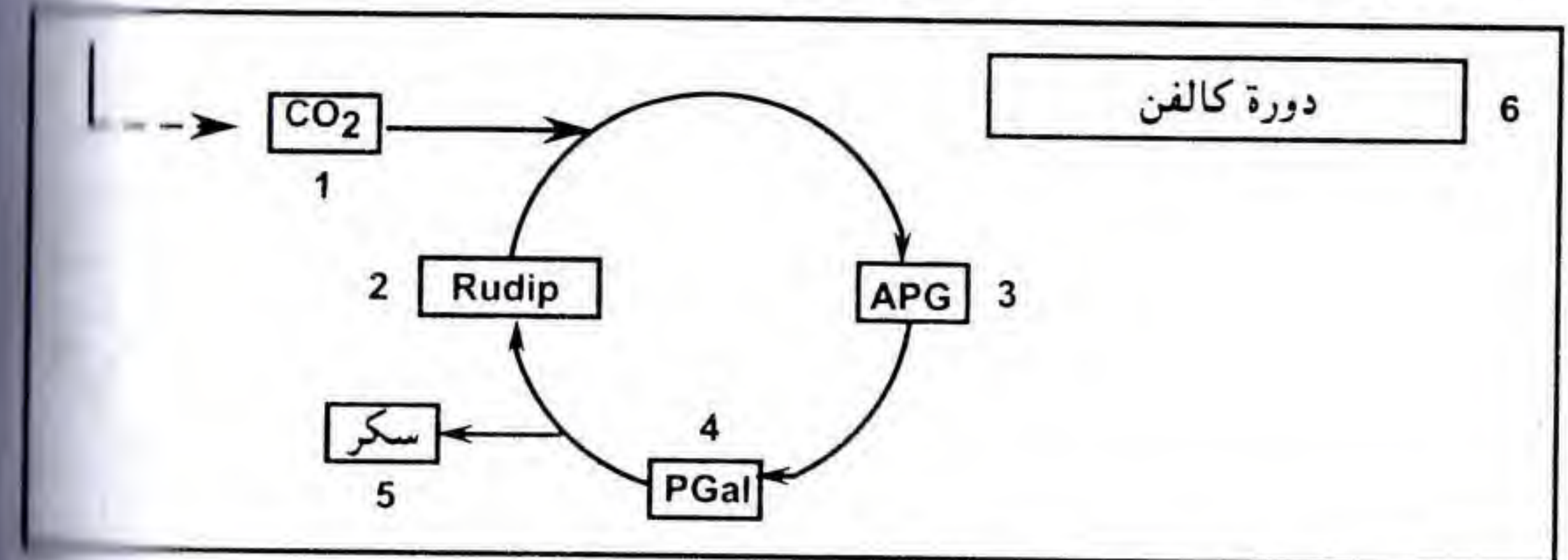
التعليل :

- المعلومة المستخلصة من المثال الأول هي : إرجاع النواقل  $\text{NADPH}$ ،  $\text{H}^+$

- المعلومة المستخلصة من المثال الثاني هي : تركيب الـ ATP.

تدفق الـ  $\text{H}^+$  عبر الكرية المذبذبة يؤدي إلى تركيب الـ ATP وإرجاع النواقل  $\text{NADP}^+$  من جهة أخرى

III. أ. إعادة رسم المخطط و وضع البيانات :



ب. تحديد العلاقة بين النموذجين :

نواتج تفاعلات المرحلة الكيموضوئية تستخدم في تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

\* التمثيل للعلاقة بالرسم : (راجع التمرين 18).

VI. تلخيص الظاهرة : الآلية هي التركيب الضوئي.

التعريف : تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية من طرف النبات الأخضر.



- في  $CO_2$  بنسبة 1% :-

من 0 إلى 300 : ثبات كمية كل من RDP ، APG مع ملاحظة أن كمية APG تساوي تقريبا خمس مرات كمية RDP.

- في  $CO_2$  بنسبة ضئيلة جدا : 0,003% :-

تناقص سريع في كمية APG.

- تزايد كمية RDP باستمرار وبسرعة إلى حد معين أكبر من القيمة الأصلية لا APG ثم تتناقص.

2 - المعلومات التي يمكن إستخلاصها:

- تحويل الـ RDP إلى الـ APG يتطلب  $CO_2$  ولا يتطلب الضوء مباشرة.

- تحويل الـ APG إلى الـ RDP يتطلب الضوء ولا يتطلب  $CO_2$ .

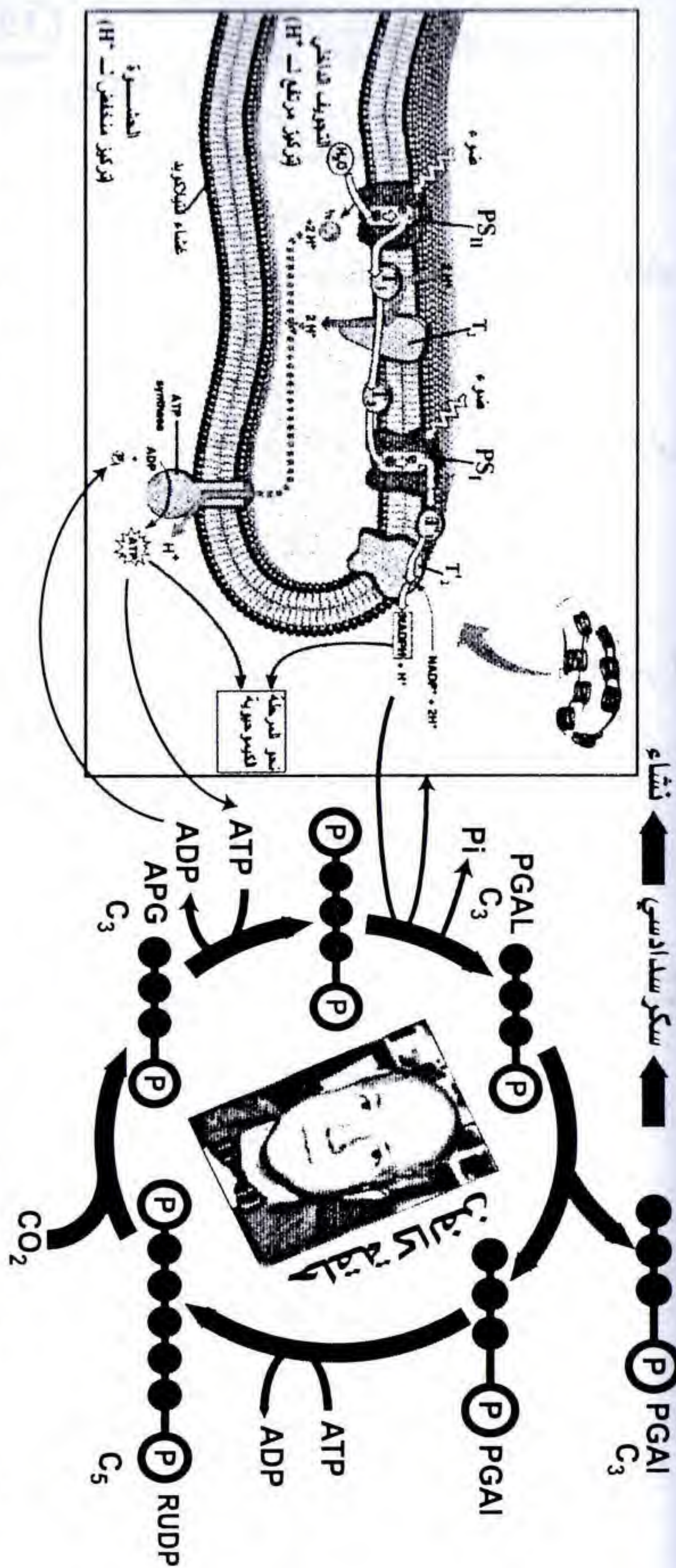
- تتم عملية التركيب الضوئي في مرحلتين: مرحلة كيموضوئية ومرحلة كيموحيوية.  
- المرحلة الكيموضوئية: ينتج عنها: ATP - إنطلاق  $O_2$  - تشكل  $NADPH_2$  (إرجاع النواقل)

- المرحلة الكيموحيوية:

تثبيت  $CO_2$  على RDP تشكل 2APG استخدام السكر وتجديد RDP نواتج المرحلة الكيموضوئية

هناك تكامل: نواتج المرحلة الكيموضوئية تستعمل في المرحلة الكيموحيوية

II - راجع الصفحة الموالية:



المرحلة الكيموضوئية

المرحلة الكيموحيوية

العلاقة بين المرحلة الكيموضوئية والمرحلة الكيموحيوية

(المرحلتان متكاملتان لأن نواتج المرحلة الكيموضوئية تستخدم في المرحلة الكيموحيوية)



## إجابة التمرين 19:

أ. 1. تحليل استعمال  $^{14}\text{CO}_2$  المشع:

يسمح بتتبع نواتج تثبيته والمركبات الناتجة من ذلك.

2. الهدف من إستقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي:

- يسمح بتوقيف التفاعلات الإنزيمية واستخلاص المكونات وذلك بعد الأشنة على فترات زمنية محددة.

3. فائدة استعمال التسجيل الكروماتوغرافي ذو البعدين:

- يسمح بفصل المكونات المصنعة خلال عملية التركيب الضوئي بعد إمتصاص  $^{14}\text{CO}_2$  والتعرف عليها.

4. تحديد أو مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج  $\text{CO}_2$ :

- حمض فوسفوجليسريك APG.

5. ظهور الإشعاع في مركبات أخرى يشير إلى ترتيب تشكلها [تغير كمية الإشعاع فيها يدل على تحولها مع الزمن إلى مركبات أخرى].

6. يتم دمج  $\text{CO}_2$  على مستوى حشوة الصانعة الخضراء.

7. شروط دمج غاز  $\text{CO}_2$  هي: - نواتج المرحلة الكيموضوئية.

- توفر غاز  $\text{CO}_2$ .

ب. 1. تحليل المنحنى (1):

♦ في وجود الضوء و  $\text{CO}_2$ :

- ثبات تركيز كل من APG و RuDiP.

♦ في وجود الضوء وغياب  $\text{CO}_2$ :

- تزايد كمية RuDiP (تزايد نسبة الإشعاع).

- تناقص كمية APG (تناقص نسبة الإشعاع).

2. تفسير ثبات كل من APG و RuDP بوجود الضوء و  $\text{CO}_2$ :

- تجديد كل منهما باستمرار (تحول و انتاج بنفس الكمية)

3. تفسير تزايد RuDP وإنخفاض APG في غياب  $\text{CO}_2$ :

- تزايد RuDiP يتم تركيبه ولكنه لا يستهلك (لا يحول).

- تناقص APG : يستهلك (يحول) ولا يتم تركيبه.

4. التعليل:

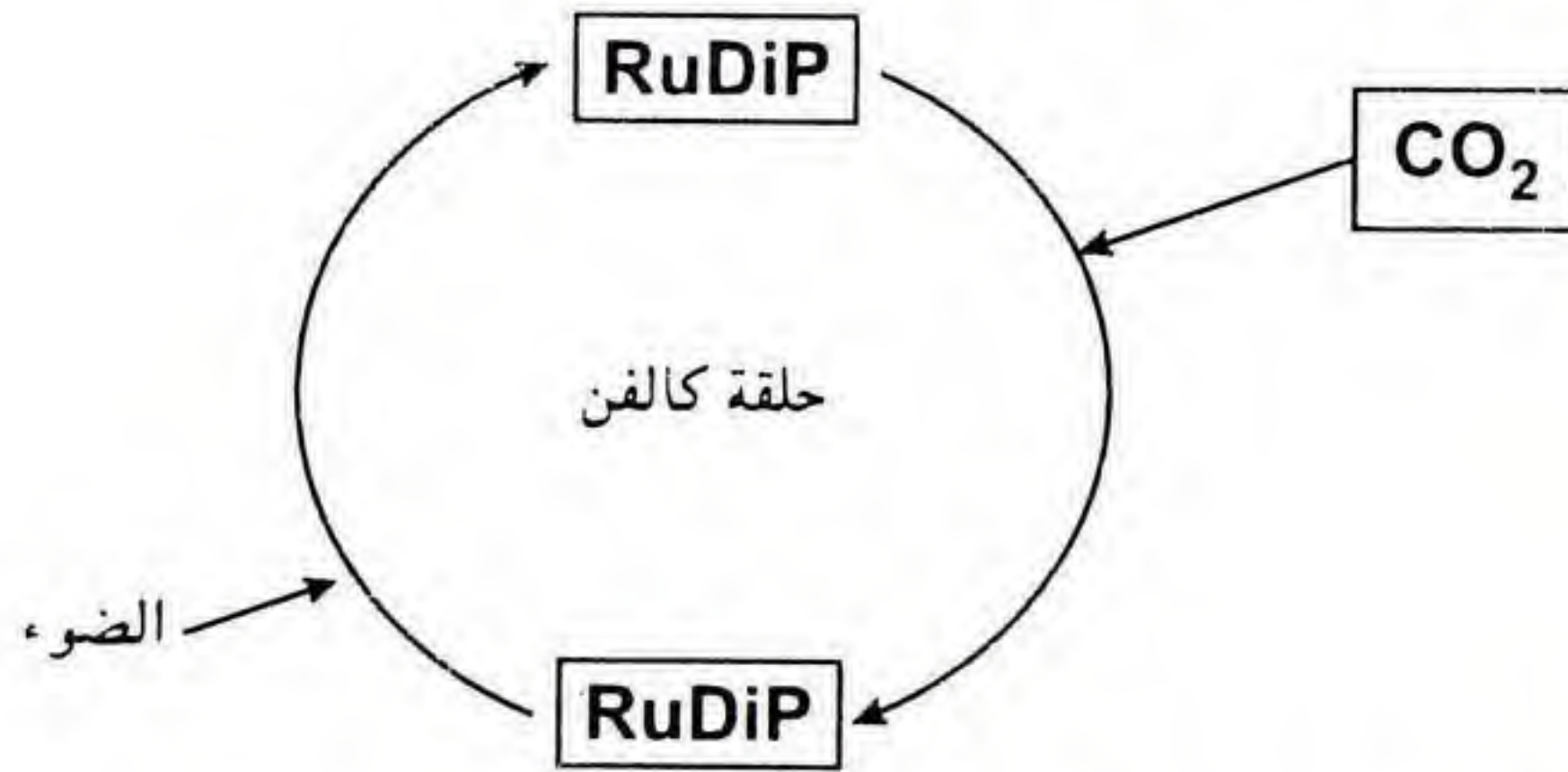
- تناقص كمية RuDiP يفسر بتحويله وعدم تركيبه.

- تزايد كمية APG : يفسر بتركيبه وعدم تحوله. [لغياب الضوء].

5. الإستخلاص:

- إن المركبين يتحولان إلى بعضهما البعض (كل منهما يتركب من الآخر) ضمن

هالة يتطلب إستمرارها وجود  $\text{CO}_2$  والضوء.



ج. شروط تجديد RuDiP :

- توفر  $\text{CO}_2$ .

- توفر الإضاءة.

## إجابة التمرين 20:

1. رسم الصانعة الخضراء (راجع التمرين 2)

2. المعلومات: - مصدر ال  $\text{O}_2$  المنطلق هو الماء وليس  $\text{CO}_2$ .

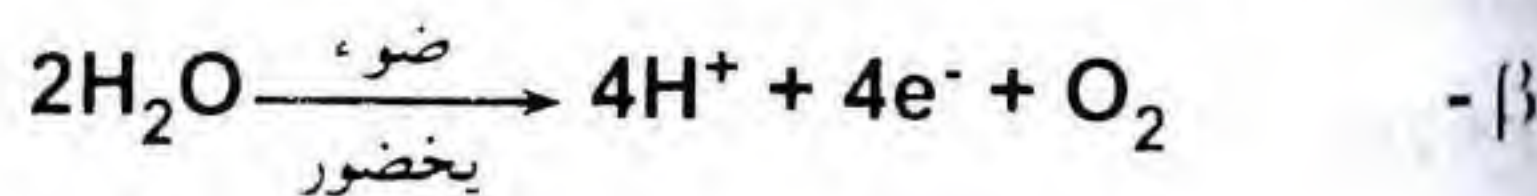
- مصير C غاز الفحم يدخل في بناء جزيئات السكر المكون.

- مصير  $\text{O}_2$  غاز الفحم يدخل في بناء جزيئات السكر المكون.

3. α - يتطلب إنتاج ال ATP وجود ال ADP و Pi والماء والضوء.

- يتطلب طرح ال  $\text{O}_2$  : - الضوء والماء.

- يتطلب تشكل النشاء : - الضوء،  $\text{O}_2$  ، ADP ، Pi والماء.





التجربة الثانية:

المرحلة الأولى:

الخطوة 1 : بوجود مستقبل الإلكترونات والضوء لا يتشكل الـ ATP، ويرجع ذلك لغياب الـ ADP و Pi

الخطوة 2 : بوجود مستقبل الإلكترونات والضوء والـ ADP والـ Pi ويتشكل الـ ATP، وذلك لتوفر شروط تركيب الـ ATP.

الخطوة 3 : بوجود مستقبل الإلكترونات والـ ADP والـ Pi ولا يتشكل الـ ATP، وذلك لغياب الضوء.

الخطوة 4 : بوجود الضوء والـ ADP والـ Pi ولا يتشكل الـ ATP، وذلك لغياب مستقبل الإلكترونات.

المرحلة الثانية: - دمج  $CO_2$  في المواد العضوية الناتجة يستمر لمدة قصيرة (20 ثانية) حتى بعد إيقاف الإضاءة ثم تتوقف تماما بعد ذلك أي يمكن استمرار تركيب المواد العضوية من  $CO_2$  في الظلام لمدة قصيرة جدا إذا سبقت بإضاءة، وهذا يؤكد أن المواد المتكونة في المرحلة الكيموضوئية ( $ATP + RH_2$ ) تستعمل في بناء المواد العضوية. بوجود الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة الأنظمة الضوئية يتحقق توازن ديناميكي في تركيب ( $ATP + RH_2$ ) بحيث تتركب وتستهلك في تركيب المادة العضوية بنفس السرعة.

2 - المخطط التوضيحي: راجع التمرين 18 أو 23 (الوثيقة 2).

### إجابة التمرين 22:

أ - تسمية البيانات المرقمة:

(1) - غلاف الصانعة. (2) - صفائح. (3) - مادة أساسية. (4) - كبس (تيلاكوتيد).

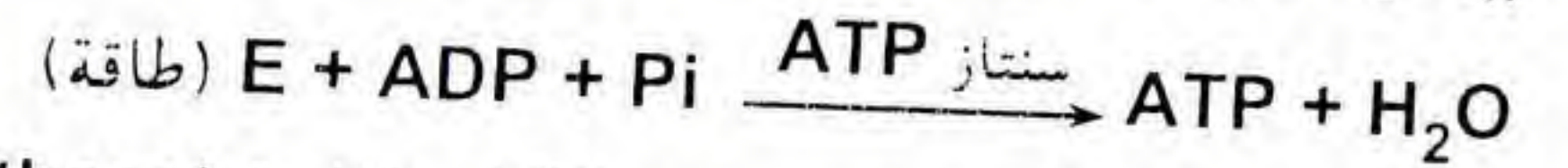
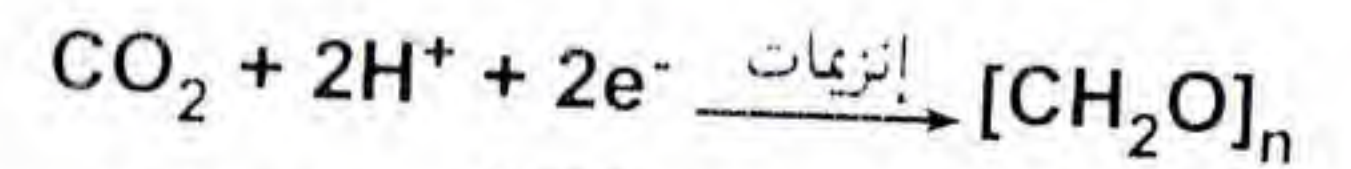
ب -  $\alpha$  - تحديد التحويل:

- تحول الصانعة الخضراء الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية.

β - الظاهرة البيولوجية: التركيب الضوئي (التمثيل اليخضوري)

2 - تحليل منحني الوثيقة - 2.

من (1 - 2) كمية  $CO_2$  المثبتة عالية وثابتة.



γ - مقر تركيب الـ ATP على مستوى الكرات المذنبة (ATP synthase) في غشاء التيلاكويد.

- يتم تركيب النشاء على مستوى الستروما.

### إجابة التمرين 21:

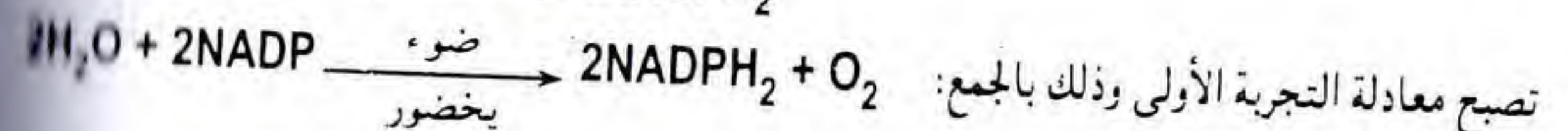
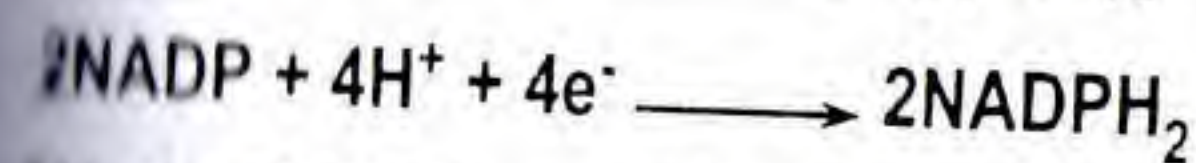
1 - تفسير نتائج مراحل كل تجربة: التجربة الأولى: المرحلة الأولى: عند استعمال ماء ذو أكسجين مشع ينطلق أكسجين مشعا يثبت أن مصدر الأكسجين المنطلق هو الماء ( $H_2O$ ) نتيجة أكسدته خلال المرحلة الكيموضوئية للتركيب الضوئي وليس مصدره ( $CO_2$ ) الذي يدخل في بناء المادة العضوية الناتجة.  $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

المرحلة الثانية: من خلال التجربة السابقة: ماهو مصير الإلكترونات والبروتونات الناتجة؟ وكيف تصل إلى المادة العضوية؟

التحليل والتفسير: خلال 6 دقائق الأولى في الظلام أو في الضوء يبقى تركيز ( $O_2$ ) في المعلق المحتوي على العضيات الخلوية في تناقص مستمر لغياب المستقبل ولأن المعلق يحتوي بالإضافة للصانعات الخضراء تتواجد الميتوكوندري تستهلك أكسجين الوسط لأنها مقر الأكسدة الخلوية.

عند اللحظة (ز = 6 د) وبإضافة  $DPiP$  يتسبب في إرتفاع تركيز ( $O_2$ ) نتيجة أكسدة الماء على مستوى الصانعات الخضراء بوجود الضوء ليرجع المستقبل (أكسدة إرجاعية) فيكون إنتاج ( $O_2$ ) أكبر من إستهلاكه من قبل الميتوكوندري.

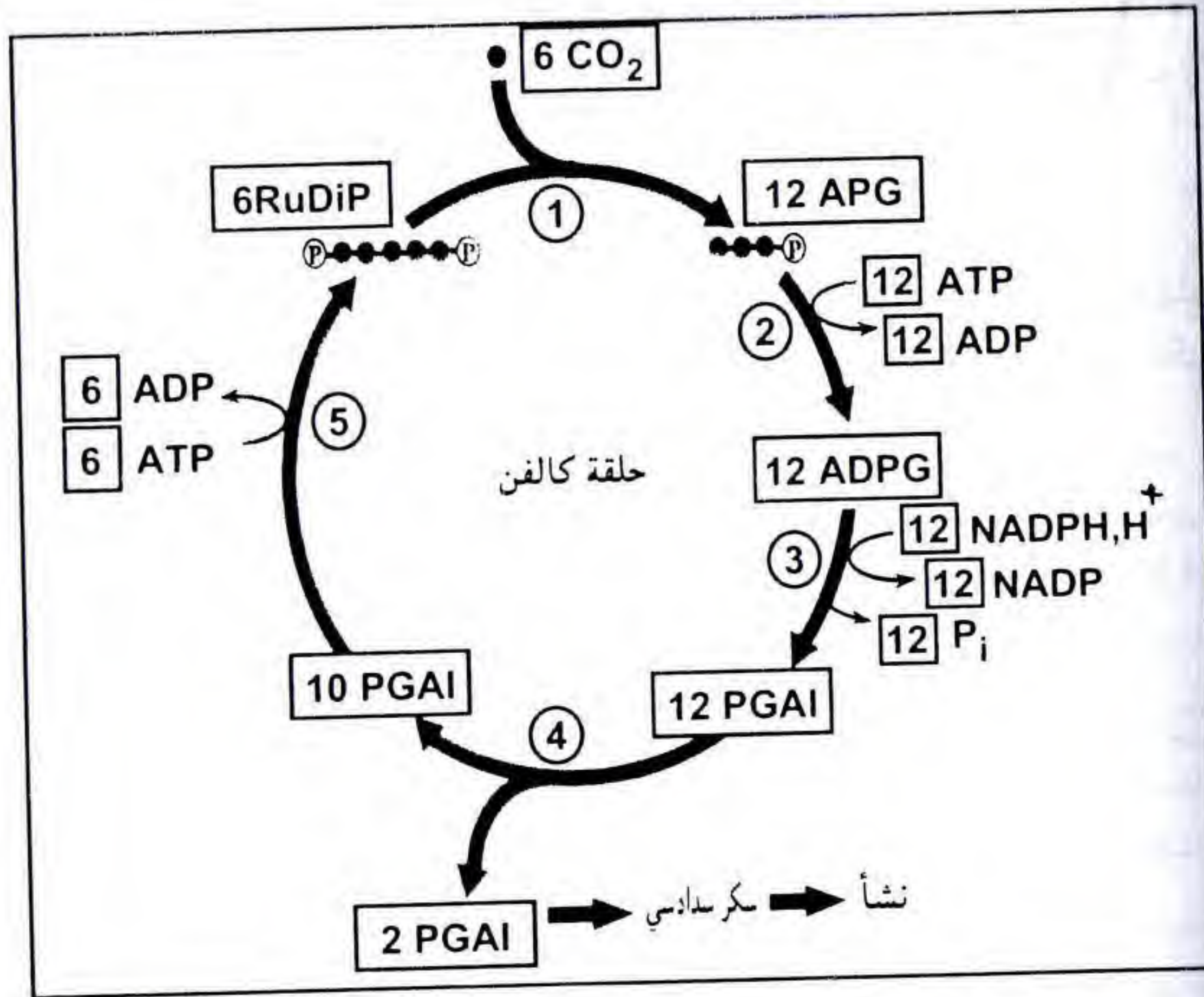
بعد اللحظة (ز = 8 د) يقل تركيز ( $O_2$ ) بالرغم من وجود  $DPiP$  لأن المعلق في الظلام أي أن الضوء والمستقبل ضروريان لإنطلاق الأكسجين بواسطة الصانعة الخضراء. ومنه فالـ  $NADP$  يتأكسد بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات والذي يرجع وفقا للمعادلة التالية حيث المستقبل الطبيعي هو  $NADP$ .



تصبح معادلة التجربة الأولى وذلك بالجمع:



## 2 - إعادة رسم الحلقة:



3 - تحديد عدد جزيئات ATP الضرورية لتركيب سكر سداسي وتحديد 6 جزيئات RuDiP:

هي: 12 + 6 = 18 جزيئة ATP.

ب - 1 - التعرف على البيانات:

1 - ضوء 7 - الحشوة 13 CO<sub>2</sub>

2 - غشاء التيلاكويد 8 - ADP 14 - سكر

3 - نظام ضوئي 9 - P<sub>i</sub> 15 - المرحلة الكيمووضوئية

4 - H<sub>2</sub>O 10 - ATP 16 - المرحلة الكيمووضوئية

5 - تيلاكويد 11 - NADP<sup>+</sup> 17 - العلاقة بين المرحلتين [ك. ض / ك. ح]

12 - NADPH.H<sup>+</sup>

2 - نعم:

بسم ذلك لأن دور الضوء هو حدوث المرحلة الكيمووضوئية [إنتاج ATP و NADPH.H<sup>+</sup>]  
المرحلة الكيمووضوئية في الظلام يؤدي إلى تثبيت CO<sub>2</sub> دون الحاجة إلى إضاءة.

عند نقل الأشنة إلى وسط مظلم لا يتوقف تثبيت CO<sub>2</sub> مباشرة بل يستمر ولكن بسرعة متناقصة خلال الـ 20 ثانية التي تلي لحظة نقل الأشنة إلى الظلام، لأن الأشنة قد تعرضت إلى إضاءة لمدة كافية.

- التفسير:

- تؤكد التجربة أن الطاقة الضوئية غير ضرورية مباشرة في تركيب المواد العضوية، لكنها ضرورية لتركيب كل من ATP و NADPH<sub>2</sub> اللذان يختلفان بسرعة عند نقل الأشنة إلى الظلام.

- الإنتاج:

نواتج المرحلة الكيمووضوئية (ATP + NADPH<sub>2</sub>) ضرورية لحدوث تفاعلات المرحلة الكيمووضوئية.

3 - تفسير النتائج:

أ - هناك توافق في تركيب كل من RuDiP و APG في وجود الضوء، أي الكميات المتحولة من أحدهما إلى الأخرى ثابتة، أما في الظلام فنلاحظ تناقص RuDiP وتراكم الـ APG لفترة.

ب - الإنتاج:

الـ APG يتشكل من تفكك مركب سداسي غير ثابت ناتج عن تثبيت غاز CO<sub>2</sub> على RuDiP الذي يتحول بدوره إلى APG (CO<sub>2</sub> ضروري لتحويل RuDiP إلى الـ APG).

ج - إتيافاق النتائج مع دورة كالفن: - نعم.

التعليل: تتوافق النتائج مع التفاعلات الموضحة في دورة كالفن حيث أن كمية الـ RuDiP تتناقص مما يدل على أنه تحول إلى الـ APG.

الـ APG يتراكم ولا يستعمل لغياب نواتج المرحلة الكيمووضوئية (ATP - NADPH<sub>2</sub>)  
رسم حلقة كالفن (راجع التمرين 23).

## إجابة التمرين 23:

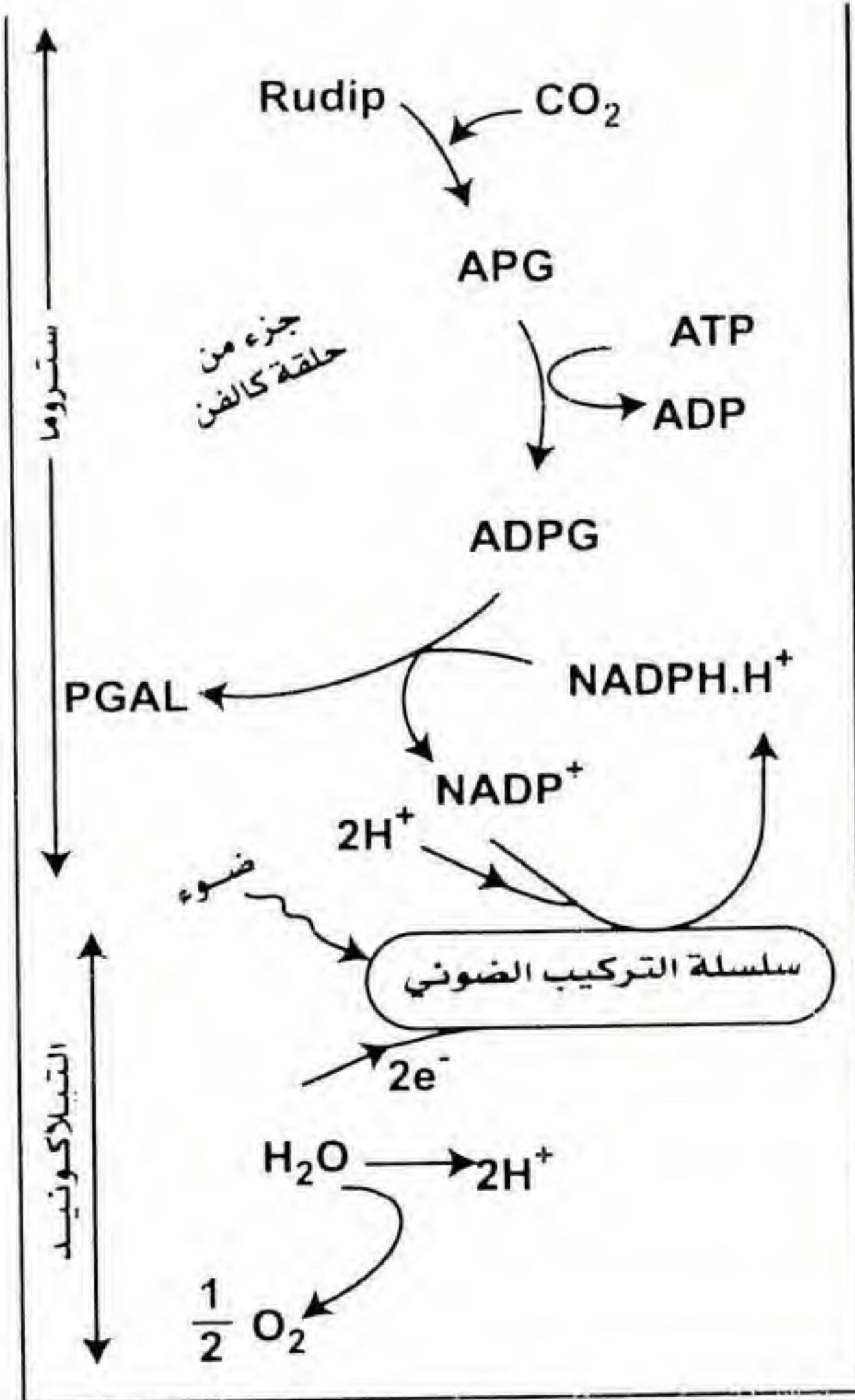
1 - تحديد نوع التفاعلات التي حدثت:

- في (2) : فسفرة.

- في (3) : إرجاع.

- في (5) : فسفرة.





بين 7 - 30 د: استقرار النشاط الإشعاعي للـ APG في قيمة ثابتة مع إزدياد النشاط الإشعاعي في الهكسوزات (السكريات السداسية) دلالة على أن الكميات المتحولة من الـ APG لانتاج السكريات السداسية = الكميات المنتجة من الـ APG.

β. عند وضع أشنة الكلوريل في وسط مظلم ← توقف تفاعلات المرحلة الكيموضوئية ← توقف تشكل كل من الـ NADPH.H<sup>+</sup> والـ ATP الضروريين لتجديد الـ Rudip وانتاج السكريات السداسية إنطلاقاً من الـ APG لذا: . تتوقف إنتاج السكريات السداسية . استقرار كميتها.

. تتوقف إنتاج الـ APG وثبات كميتها نظراً لعدم تجديد الـ Rudip.

### إجابة التمرين 25:

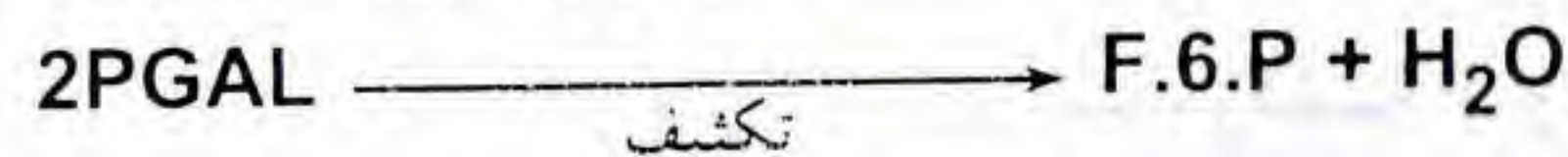
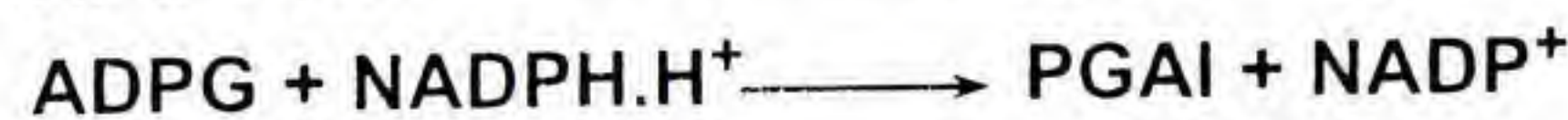
1. أ. كتلة المادة الجافة المنتجة في الوسط "1" جد مرتفعة بالنسبة لكتلة المادة الجافة في الوسط "2".

ب. هناك علاقة بين تركيز CO<sub>2</sub> الهواء وكتلة المادة الجافة والعلاقة طردية.

2. أ. بوجود الضوء تكون كمية CO<sub>2</sub> المثبتة كبيرة وثابتة.

بوجود الظلام (غياب الضوء) تنخفض بسرعة إلى أن يتوقف في الثانية 20 تقريباً.

ب. هي تفاعلات المرحلة الكيموضوئية.



3. نعم:

لأن غياب CO<sub>2</sub> ← غياب APG ← عدم تجديد ADP, NADP<sup>+</sup> و P<sub>i</sub> الضرورية لاستمرار المرحلة الكيموضوئية المؤدية إلى إنطلاق O<sub>2</sub>, لذا فغياب CO<sub>2</sub> يؤثر بطريقة رجعية على إنطلاق غاز O<sub>2</sub>.

. التعليل:

في هذه التجربة إنطلاق O<sub>2</sub> لفترة قصيرة فقط في غياب CO<sub>2</sub> يرجع ذلك إلى توفر كمية من ADP, P<sub>i</sub> و NADP<sup>+</sup> استعملت في المرحلة الكيموضوئية ولكنها لم تتجدد بسبب عدم حدوث المرحلة الكيموضوئية لغياب CO<sub>2</sub>.

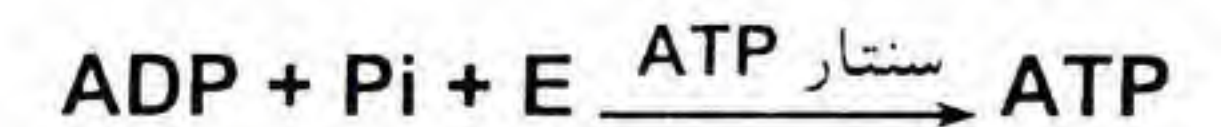
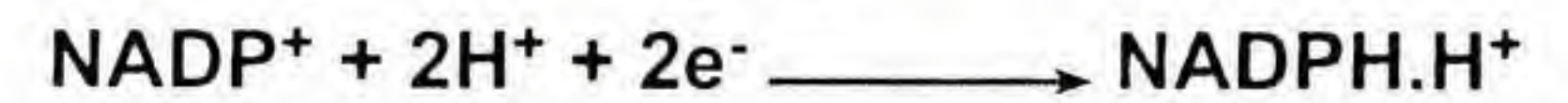
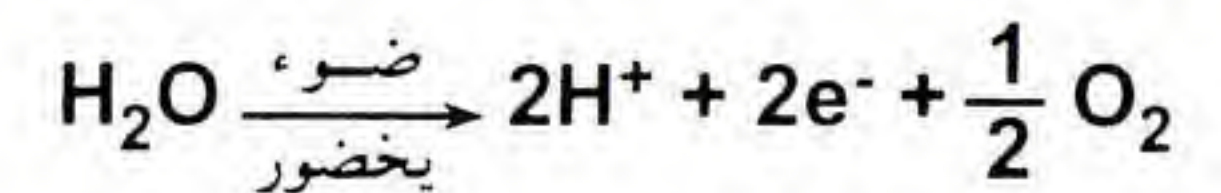
### إجابة التمرين 24:

1. لتعرف على البيانات:

1. المادة الأساسية (ستروما). 2. غلاف 3. تيلاكويد حشوي 4. حبيبة (تيلاكويد) 5. صانعة نشوية

العنوان: مافوق بنية الصانعة الخضراء.

2. أ. التفاعلات هي:



ب. α. إن توقف إنطلاق الـ O<sub>2</sub> ← توقف التحلل الضوئي للماء لعدم تجديد الـ NADP<sup>+</sup> الذي يستقبل الإلكترونات والبروتونات الناتجة من هذا التحلل لأنه:

غياب CO<sub>2</sub> ← غياب الـ APG ← غياب الـ ADPG ← عدم أكسدة الـ NADPH.H<sup>+</sup> (كلها في حالة إرجاع) ← غياب من يستقبل الإلكترونات والبروتونات في المرحلة الكيموضوئية ← غياب تحلل الماء ← غياب إنطلاق الـ O<sub>2</sub>

β. إن وجود CO<sub>2</sub> ← تشكل الـ APG ثم الـ ADPG ← أكسدة النواقل وتجديدها ← إستئناف التحلل الضوئي للماء ← إنطلاق الـ O<sub>2</sub>.

ج. قبل الزمن 7 د: إن إرتفاع كمية الإشعاع في الـ APG دلالة على أنه تشكل إنطلاقاً من دمج CO<sub>2</sub> المشع مع الـ Rudip.

وزيادة النشاط الإشعاعي للسكريات السداسية دلالة على تشكله من الـ APG



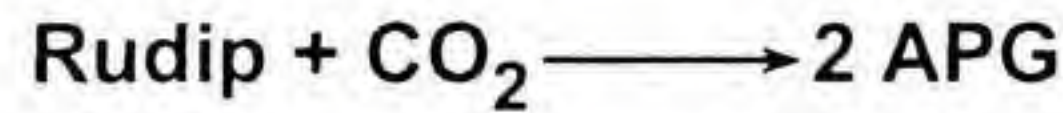
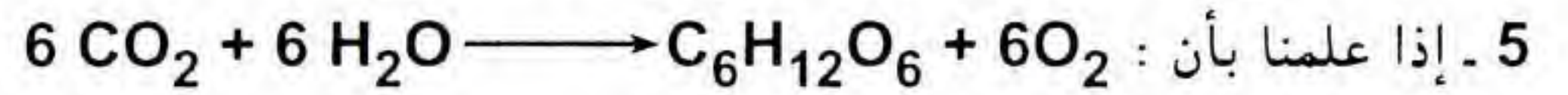
ج - الشروط هي: وجود الـ  $ATP$  و  $NADPH.H^+$  (نواتج المرحلة الكيموضوية)

3 - عندما تكون نسبة  $CO_2$  في الهواء = 1% يكون تركيز كل من  $APG$  و  $Rudip$  ثابتا لأن الكميات المتحولة من كل واحد منهما = الكميات المتشكلة إلا أنه تركيز الـ  $APG$  أكبر من تركيز  $Rudip$ .

- عندما تكون نسبة  $CO_2$  في الهواء = 0,003% يلاحظ نقص في كمية (تركيز) الـ  $APG$  بينما نلاحظ تراكم في كميات الـ  $Rudip$  أي يتحول كل الـ  $APG$  إلى الـ  $Rudip$  ولا يتحول الـ  $Rudip$  إلى الـ  $APG$  لغياب  $CO_2$  تقريبا.

4 - أ - إرتفاع نسبة الإشعاع في الـ  $APG$  ويصبح أعظميا في الثانية 7 ثم تبدأ بالإنخفاض في حين يبدأ الإشعاع يظهر في السكروز ابتداء من الثانية 7 وتزداد تدريجيا إلى أن تصل إلى أعلى قيمة له في الثانية 35 تقريبا.

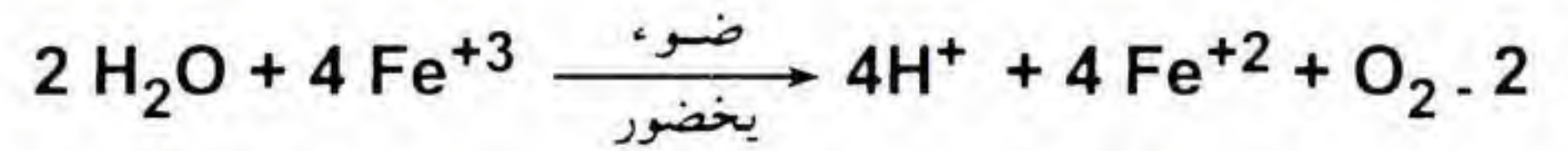
ب - الإستنتاج: إن الـ  $APG$  يتدخل في تركيب السكروز.



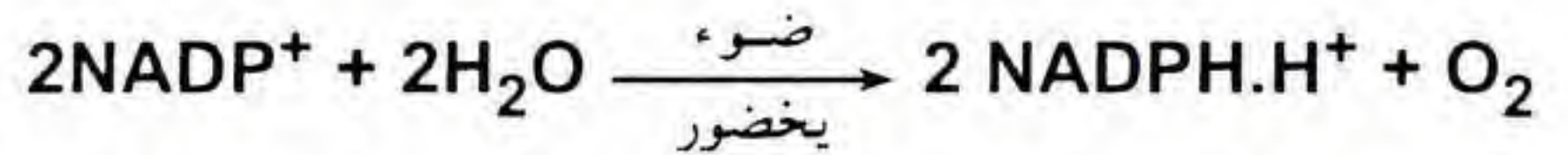
إذا تتطلب تشكل جزيئة غلوكوز: 12 جزيئة  $APG$  و  $6 Rudip$  و  $6 CO_2$ .

### إجابة التمرين 26:

أ - 1 - شروط طرح الـ  $O_2$ : الضوء ومستقبل الإلكترونات (كاشف هيل  $Fe^{+3}$  في التجربة).



3 - المستقبل النهائي الطبيعي هو الـ  $NADP^+$



4 - أ - في الظلام: إن إستهلاك الـ  $O_2$  هو نتيجة ظاهرة التنفس.

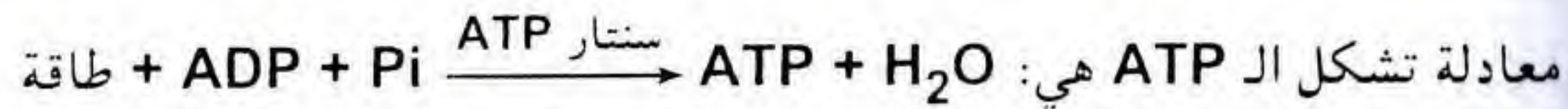
في الضوء: هناك إستهلاك للـ  $O_2$  رغم وجود الضوء وذلك لغياب مستقبل الإلكترونات (كاشف هيل  $Fe^{+3}$ ) ← عدم طرح الـ  $O_2$  واستهلاكه في التنفس.

β - تمثل قيم الـ  $O_2$  المسجلة خلال المرحلة B بالفرق بين كمية الـ  $O_2$  المطروحة من التحلل الضوئي للماء وكمية الـ  $O_2$  المستهلكة في التنفس.

ب - 1 - نلاحظ أن هناك تطابق في المنحنيين أي أن نسبة تركيز كل من الـ  $ATP$  والأكسجين تتطور بكيفية متوازنة.

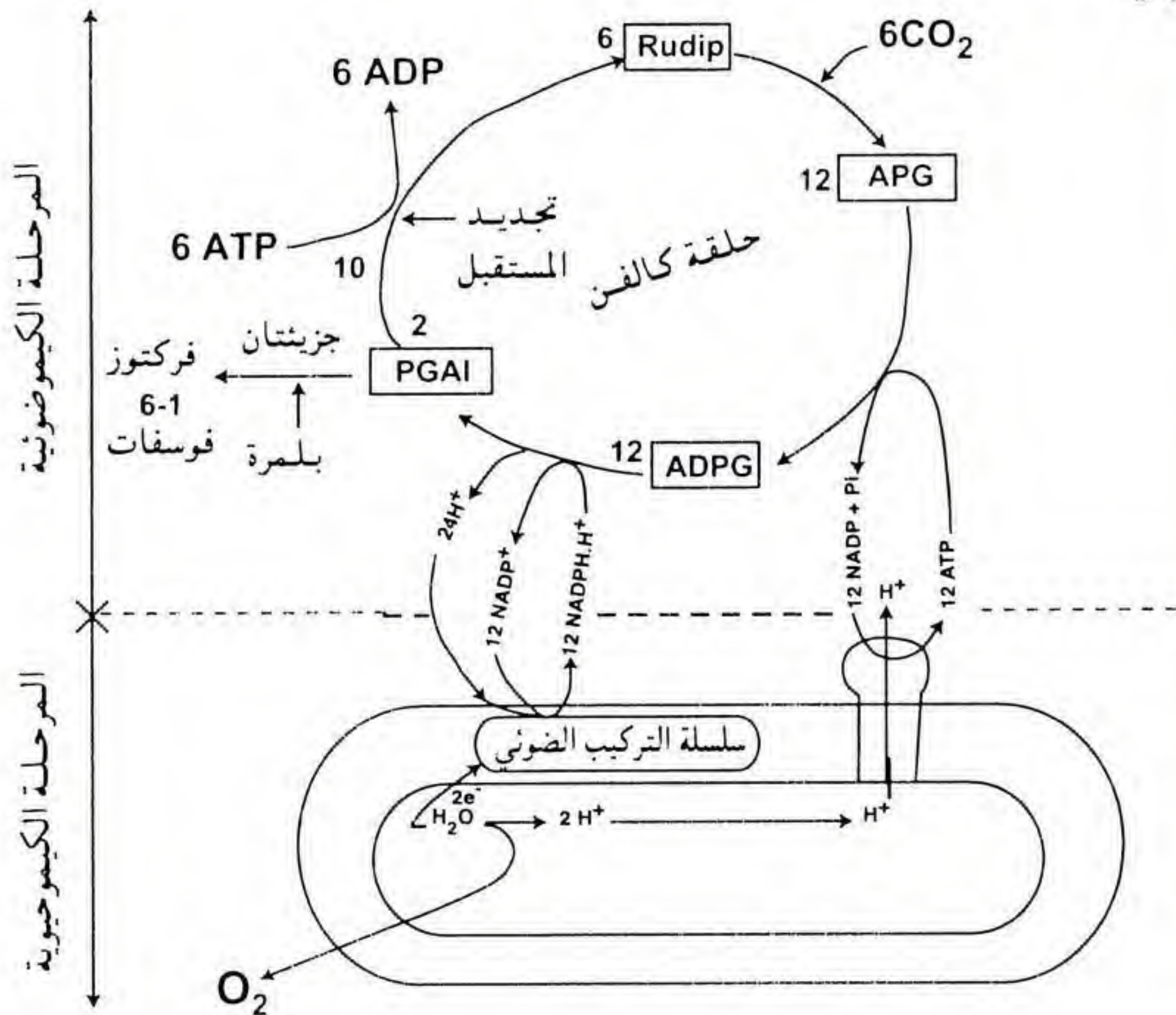
2 - شروط طرح الـ  $O_2$  وإنتاج الـ  $ATP$ : الضوء.

- وجود الـ  $Pi + ADP$ .



3 - إرتفاع نسبة الـ  $O_2$  المطروح ← تفكيك عدد كبير من جزيئات الماء نتيجة لتبنيه عدد كبير من جزيئات اليخضور بالفوتونات الضوئية ← تحرير عدد أكبر من البروتونات والإلكترونات ← إنتقال عدد أكبر من الإلكترونات عبر سلسلة التركيب الضوئي ← إنتاج كمية أكبر من الطاقة ← إنتقال عدد أكبر من البروتونات من الستروما إلى داخل التيلاكويد ← خروج كميات أكبر من البروتونات عبر الكريات المذنبة حسب تدرج التركيز إلى الستروما وبوجود  $Pi + ADP$  ← إنتاج كميات أكبر من الـ  $ATP$ .

ج - 1 -



2 - المرحلتان متكاملتان لأن المرحلة الكيموضوية تعتمد على نواتج المرحلة الكيميائية.



أ - التحليل: من 0 - ز1: إنطلاق الـ  $O_2$  وعدم تشكل الجزيئات العضوية بوجود الضوء وغياب  $CO_2$ .

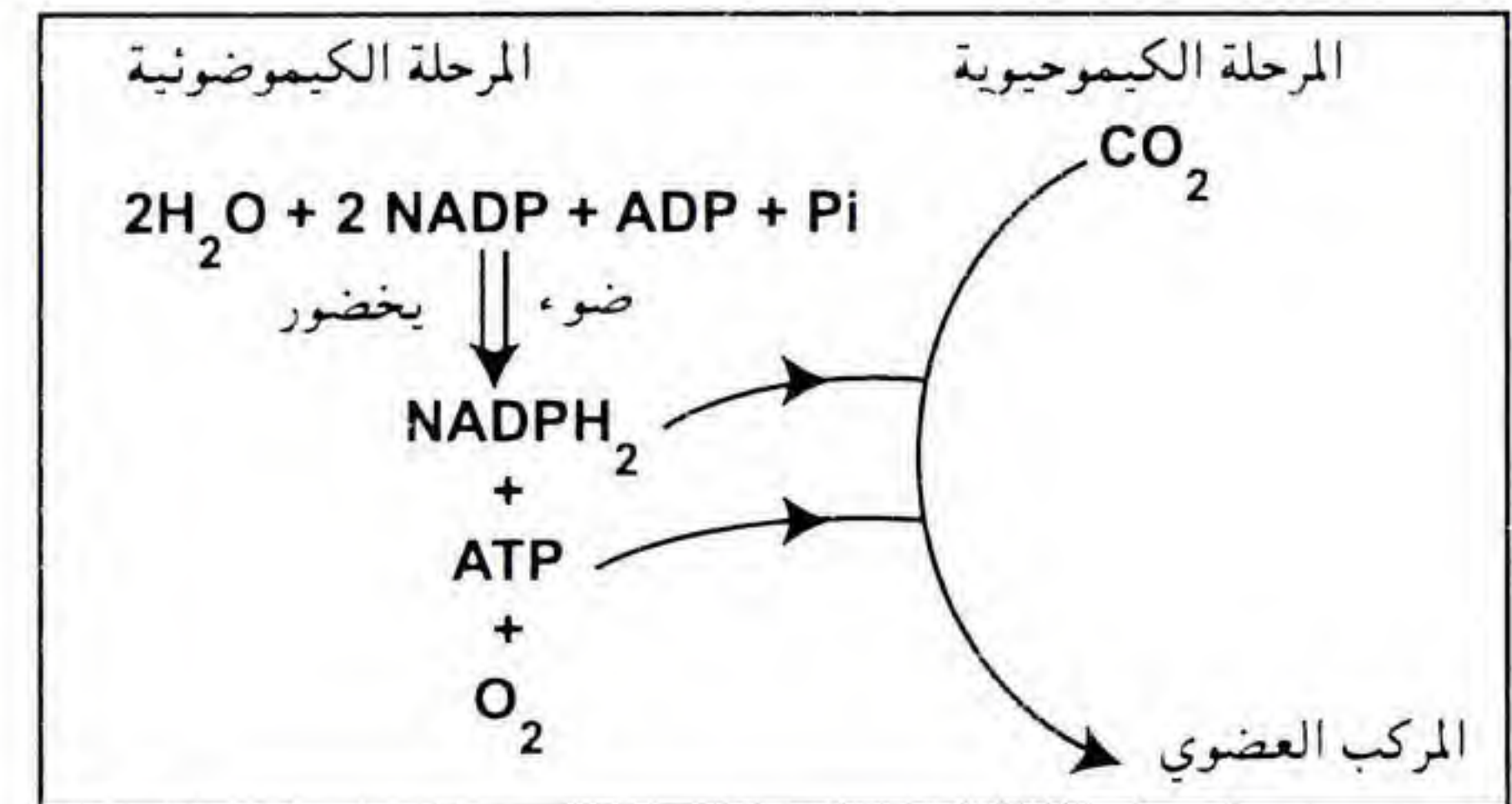
من ز1 - ز2: توقف إنطلاق الـ  $O_2$  بغياب  $CO_2$  رغم وجود الضوء.

في ز2: عند حقن  $CO_2$  بوجود الضوء نلاحظ إنطلاق الـ  $O_2$  أولاً ثم تشكل الجزيئات العضوية.

التفسير: في غياب  $CO_2$  لا تتم تفاعلات المرحلة الكيموحيوية فلا تستعمل نواتج المرحلة الكيمووضوئية المتمثلة بالـ  $ATP$  و  $NADPH_2$  لذا لا تجدد كل من الـ  $NADP$  و  $ADP$  و  $Pi$  مما يؤدي إلى توقف التحلل الضوئي للماء فلا ينطلق الـ  $O_2$ .

عند إضافة  $CO_2$  للوسط تنطلق تفاعلات المرحلة الكيموحيوية فتأكسد النواقل المرجعة وتستخدم الـ  $ATP$  فتصنع (تجدد) الـ  $NADP$  و  $ADP$  و  $Pi$  فيحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ  $O_2$ .

ب - لأن التحلل الضوئي للماء فانطلاق الـ  $O_2$  (تشكل النواقل المرجعة  $NADPH_2$  والـ  $ATP$ ) يسبق تشكل المركبات العضوية لأن نواتج المرحلة الكيمووضوئية ضرورية لتثبيت  $CO_2$  في المرحلة الكيموحيوية أي صنع المركبات العضوية لاحظ المخطط التالي:



إذا لابد أن تتحقق المرحلة الكيمووضوئية أولاً ← إنطلاق  $O_2$  حتى تتحقق المرحلة الكيموحيوية بعد ذلك ← صنع المركب العضوي.

2 - أ - يفسر تأخر تركيب الـ  $ATP$  عن إنطلاق الـ  $O_2$  لأن تركيب الـ  $ATP$  يتطلب شرطاً وهو تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكيس والحشوة الذي ينشأ من أكسدة الماء وضحج البروتونات من الحشوة إلى داخل الكيسات الذي يسبق تركيب الـ  $ATP$ .

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C6 - P	0	0	0	0	0	20	130	160	210	920
ATP	0	0	0	0	144	240	1560	1920	2520	11040
$O_2$	0	0	0	48	72	120	780	960	1260	5520

التعليل: عدد جزيئات الـ  $ATP$  = عدد جزيئات  $12 \times C6 - P$

عدد جزيئات الـ  $O_2$  = عدد جزيئات  $6 \times C6 - P$

لأنه في كل دورة من ظاهرة التركيب الضوئي تركيب جزيئة  $C6 - P$  وينطلق  $6O_2$  وتستعمل  $12 ATP$ .

ج - في كل دورة تثبت  $6CO_2$  لذا فإن عدد جزيئات  $CO_2$  المثبتة عند الزمن  $10 = 6 \times 920 = 5520$  جزيئة.

### إجابة التمرين 28:

1 - 1 - العضية هي الصانعة الخضراء.

البيانات: 1 - غشاء خارجي. 2 - غشاء داخلي. 3 - صفيحة. 4 - حشوة (ستروما). 5 - حبيبة (بذيرة)، جراناً. 6 - كيسات.

2 - التحليل:

المرحلة الأولى: لا يتشكل الـ  $ATP$  بغياب كل من الضوء وعدم وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

المرحلة الثانية: يتشكل الـ  $ATP$  رغم غياب الضوء.

المرحلة الثالثة: لا يتشكل الـ  $ATP$  بغياب كل من الكريات المذبذبة والضوء.

المرحلة الرابعة: يتشكل الـ  $ATP$  بوجود الضوء.

المرحلة الخامسة: لا يتشكل الـ  $ATP$  بتشكيل ثقب في الغشاء.

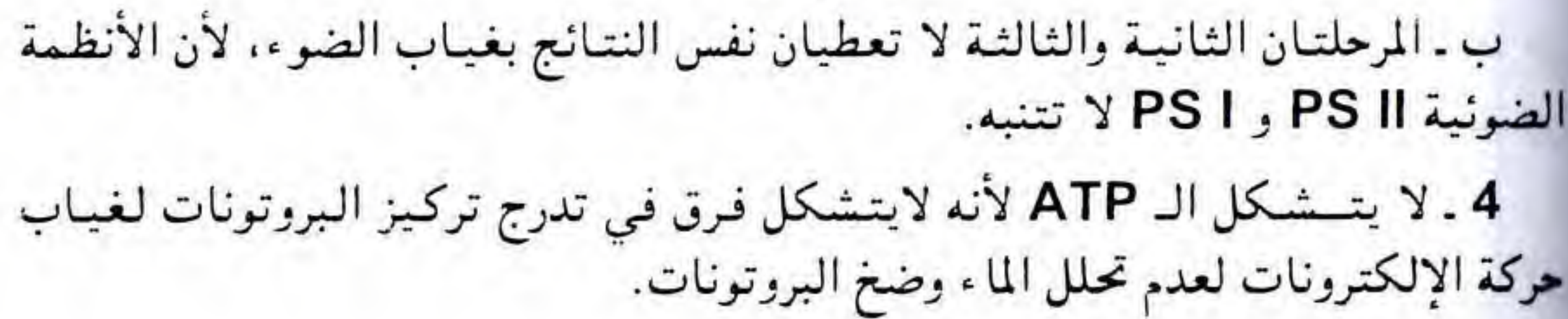
من مقارنة المرحلة الأولى بالمرحلة الرابعة: إن وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات شرط ضروري لتشكيل الـ  $ATP$  (فسفرة الـ  $ADP$ ).

من مقارنة المرحلة الثانية بالمرحلة الرابعة: نستنتج أن تشكيل الـ  $ATP$  يحدث في الضوء والظلام.

من مقارنة المرحلة الثالثة بالمرحلة الرابعة: نستنتج أن تشكيل الـ  $ATP$  يتطلب وجود الكريات المذبذبة.



3. أ - إن مادة الـ DCMU يمنع إنتقال الإلكترونات من PS II إلى PS I كما يلي:

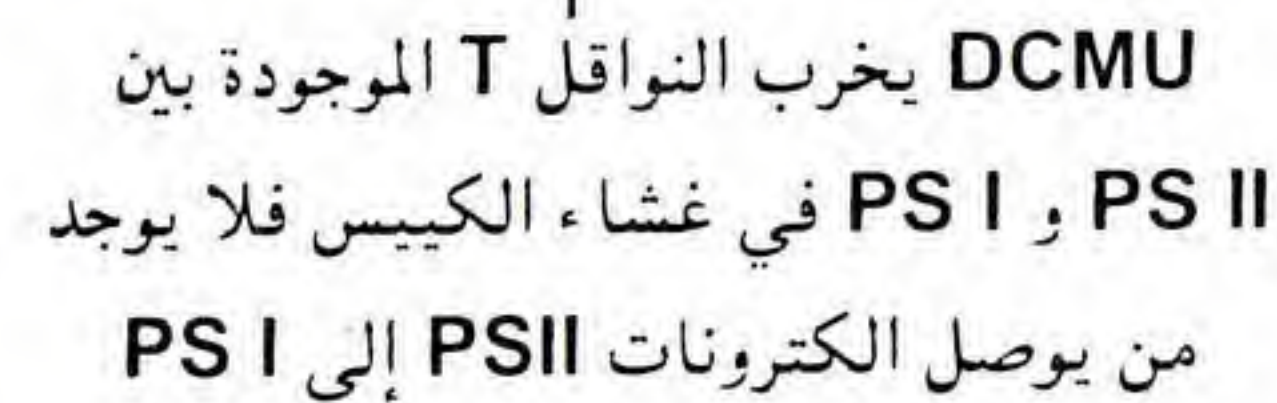


1-1 - إستنتج أن مصدر الأوكسجين المنطلق في عملية التركيب الضوئي هو الماء فقط وليس غاز الفحم.

- في حين أن (12) جزيئة ماء كافية لإعطاء (12) ذرة أوكسجين علما أن الماء الناتج من التفاعلات ليس هو الماء الداخل في التفاعلات.

II - 1. التحليل: - الذرة: من 0 - 300 PPm CO<sub>2</sub> ، في الوسط :- العلاقة بين تركيز CO<sub>2</sub> في الوسط وشدة التركيب الضوئي طردية وسريعة ثم بعد 300 تصبح شدة التركيب الضوئي ثابتة مما زادت تركيز CO<sub>2</sub> في الوسط.

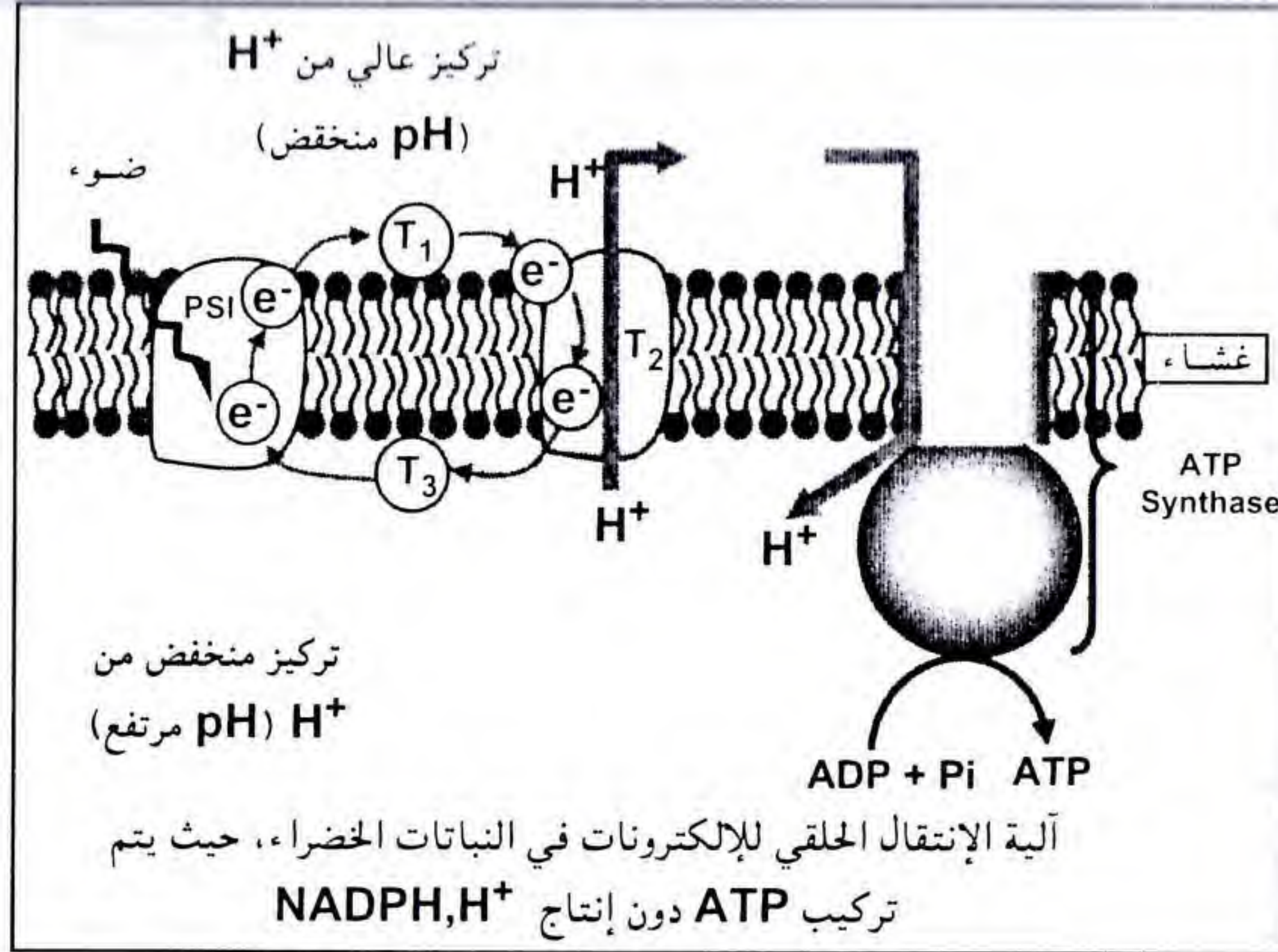
2- إن نبات الذرة تثبت كميات مرتفعة من  $\text{CO}_2$  مما يؤدي إلى زيادة في شدة التركيب الضوئي فارتفاع في كمية المادة العضوية المصنعة فارتفاع الإنتاجية.



$$\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{ضوء}} \text{PSII} \xrightarrow{\text{DCMU}} \text{PSI} \xrightarrow{\text{ضوء}} \text{NADP}^+ \longrightarrow \text{CO}_2$$

$\frac{1}{2} O_2$   
 $\uparrow$   
 $H_2O \xrightarrow{2e^-} PSII \xrightarrow{e^-} PSI \xrightarrow{} NADP^+ \xrightarrow{} CO_2$   
 $\downarrow$   
 $2H^+$   
 ضوء  $\downarrow$  DCMU  $\downarrow$  ضوء  
 مستقبل الإلكترونات





### إجابة التمرين 32:

1. التجربة 1:

1. تحليل النتائج:

- المرحلة الأولى: عدم تشكل الـ ATP عند تساوي الـ pH الداخلي والخارجي للتلاكويد.

- المرحلة الثانية: تشكل الـ ATP عند ما يكون الـ pH الداخلي حامضياً والخارجي قاعدياً.

- المرحلة الثالثة: عدم تشكل الـ ATP رغم اختلاف الـ pH الداخلي والخارجي في غياب الجزء الإنزيمي من الكريات المذبذبة.

♦ شروط تركيب الـ ATP:

- اختلاف في pH الوسطين (الوسط الداخلي حامضي والوسط الخارجي قاعدي).

- سلامة الكريات المذبذبة.

2. الغرض من إجراء التجربة في الظلام:

لمنع تأثير الضوء المسؤول طبيعياً على أكسدة الماء لإنتاج البروتونات التي تعمل على تكوين فرق في التركيز، وإثبات أن تركيب الـ ATP من الـ ADP و Pi مرتبط بفرق تركيز  $H^+$  على جانبي غشاء الكبيس.

1. إن نبات الشمندر تثبت كميات قليلة من  $CO_2$  مما يؤدي إلى نقص في شدة التركيب الضوئي فانخفاض في كمية المادة العضوية المنتجة فانخفاض الإنتاجية.
2. بالنسبة للذرة: لا تؤثر هذه النسبة على الإنتاجية حيث تصل إلى أقصاها.
3. بالنسبة للشمندر: تمثل هذه النسبة عاملاً محدداً للإنتاجية حيث أن رفع نسبة  $CO_2$  الوسط يؤدي إلى رفع الإنتاجية.
4. يمكن تحسين مردودية الشمندر بزيادة نسبة  $CO_2$  في هواء الوسط وذلك باستخدام البيوت البلاستيكية.

### إجابة التمرين 30:

1. كلما نفذ الضوء في عمق الماء إلا واختفت بعض إشعاعاته، حيث نلاحظ من الوثيقة (1) أنه لا تصل إلى عمق 25 م إلا الإشعاعات ذات أطوال أمواج محصورة بين 550 و 575 نانومتر (nm).
2. تمتص الطحالب الخضراء أساساً الإشعاعات الزرقاء والحمراء إضافة إلى ذلك أن الطحالب الحمراء تمتص جزءاً من مجال اللون الأخضر في حين الطحالب السمراء تمتص تقريباً جميع إشعاعات الطيف بنسبة معتبرة.
3. من خلال الوثيقة (1) نلاحظ:
4. الإشعاعات الخضراء وحدها تصل إلى أعماق 25 م وهي لا تمتص من قبل الطحالب الخضراء وبالتالي لا يمكن للطحالب الخضراء العيش في هذا العمق (لاحظ الوثيقة 2).
5. إن الطحالب السمراء والحمراء تمتص الإشعاعات الخضراء لذا تستطيع العيش في أعماق معتبرة.

### إجابة التمرين 31:

1.

الكائن الحي	عدد PS	عدد نواقل الإلكترونات T	مصدر الإلكترونات	مضير الإلكترونات	طريق تعويض الإلكترونات المفقودة	تحليل الماء
النباتات الخضراء	2 (I و II)	3T 2T'	PSI	أكسدة T ثم العودة إلى PSI	من $T_3$	-
البكتيريا الزرقاء	واحد فقط	3T	PS	أكسدة T ثم العودة إلى PS	من $T_3$	-



## 1 - تحليل المنحنى:

- القطعة (أ ب): في بداية التجربة وفي الظلام تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ثابت.

- القطعة (ب ج): في الإضاءة يلاحظ تناقص معتبر في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي تبعاً للزمن.

- القطعة (ج د): ثبات تركيز البروتونات في الوسط الخارجي.

- القطعة (د هـ): في الظلام: يتزايد تركيز البروتونات في الوسط الخارجي مع الزمن.

2 - الإستخلاص:

سلوك الغشاء تجاه البروتونات: يعتبر غشاء التيلاكويد مقراً لنقل البروتونات:

- عند تعرض التيلاكويد للضوء تحدث حركة للإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية فيقوم الغشاء بإدخال البروتونات عكس تدرج التركيز من الستروما إلى التجويف عكس تدرج التركيز إثر هذا الدخول يحدث تراكم للبروتونات في التجويف يتسبب في إحداث تدرج كهروكيميائي ينشئ كموناً غشائياً محركاً يسمح للغشاء بإخراج البروتونات نحو الستروما عبر الكريات المذنبية من الوسط الأعلى تركيز إلى الوسط الأقل تركيز.

## 3 - التفسير:

بوجود المادة المؤثرة لايتشكل الـ **ATP** لغياب فرق تدرج التركيز على جانبي الغشاء، ويعود ذلك إلى نفوذ البروتونات عبر الغشاء، وهذا ما يدعم دور الكرات المذنبية في حركة البروتونات لتشكيل الـ **ATP**.

## 4 - التحليل:

في الفترة 0 - 20 د: دخول البروتونات إلى تجويف التيلاكويد بالانتقال الموضعي

نتيجة الطاقة المحررة من حركة الإلكترونات مولدة فرق في تركيز البروتونات حيث يصبح تركيز البروتونات داخل الكيس أكبر من الوسط الخارجي فينشأ تدرج كهروكيميائي يتسبب في توليد كمون غشائي محرك يخرج البروتونات عبر الكريات المذنبية فينشط أنزيم الـ **ATP** سنتيتاز فيعمل على تركيب الـ **ATP**.

في الفترة 20 - 40 د: استمرار تواجد التدرج الكهروكيميائي والكمون الغشائي المحرك للبروتونات يسمح باستمرار تدفق البروتونات إلى الحشوة (الستروما) مما يسمح باستمرار تركيب الـ **ATP**.

## II - رسم الفسفرة الضوئية (راجع التمرين 15).

## إجابة التمرين 33:

1 - ترتفع شدة التركيب الضوئي للطماطم بازدياد قيمة شدة الإضاءة، والإضاءة الضعيفة تكون غير ملائمة.

- أما بالنسبة للسرخص فإن شدة التركيب الضوئي تبلغ أقصاه في إضاءة ضعيفة حوالي 15% من ضوء الشمس.

- النقطتان (أ، ب) تمثلان نقطة التعويض أو التكافؤ وهي عندما تتساوى كمية الـ  $O_2$  المستهلكة مع كمية الـ  $O_2$  المطروحة (نقطة تعويض الـ  $O_2$  المستهلكة بالـ  $O_2$  المنطلقة).

- كما نلاحظ أن نقطة التعويض في نبات الطماطم أكبر من نقطة التعويض في السرخص.

2 - نستنتج أن الطماطم من النباتات الشمسية لكونه يتأثر بالشدة الضوئية المرتفعة خاصة (المنحنى 1) في حين السرخص نبات ظلي لكونه يتأثر بالإضاءة الضعيفة الشدة (المنحنى 2).

3 - في نبات السرخص الشدة الضوئية التي يصل فيها شدة التركيب الضوئي شدته القصوى هي حوالي 25%.

- في نبات الطماطم الشدة الضوئية التي يصل فيها شدة التركيب الضوئي شدته القصوى هي حوالي 70%.

4 - إن الجزء الموجود تحت مستوى الصفر، عندما تكون شدة الإضاءة جد ضعيفة وفي الليل فإن النبات يستهلك الـ  $O_2$  أكثر مما ينتجه مما يعطي قيم إنطلاق الـ  $O_2$  سالبة.

## إجابة التمرين 34:

1 - أ - العناصر المرقمة: (1) - شبكة هيولية محببة. (2) - مادة أساسية (ستروما). (3) - كبيسات. (4) - غشاء خارجي. (5) - صانعة خضراء. (6) - ميتوكوندري.

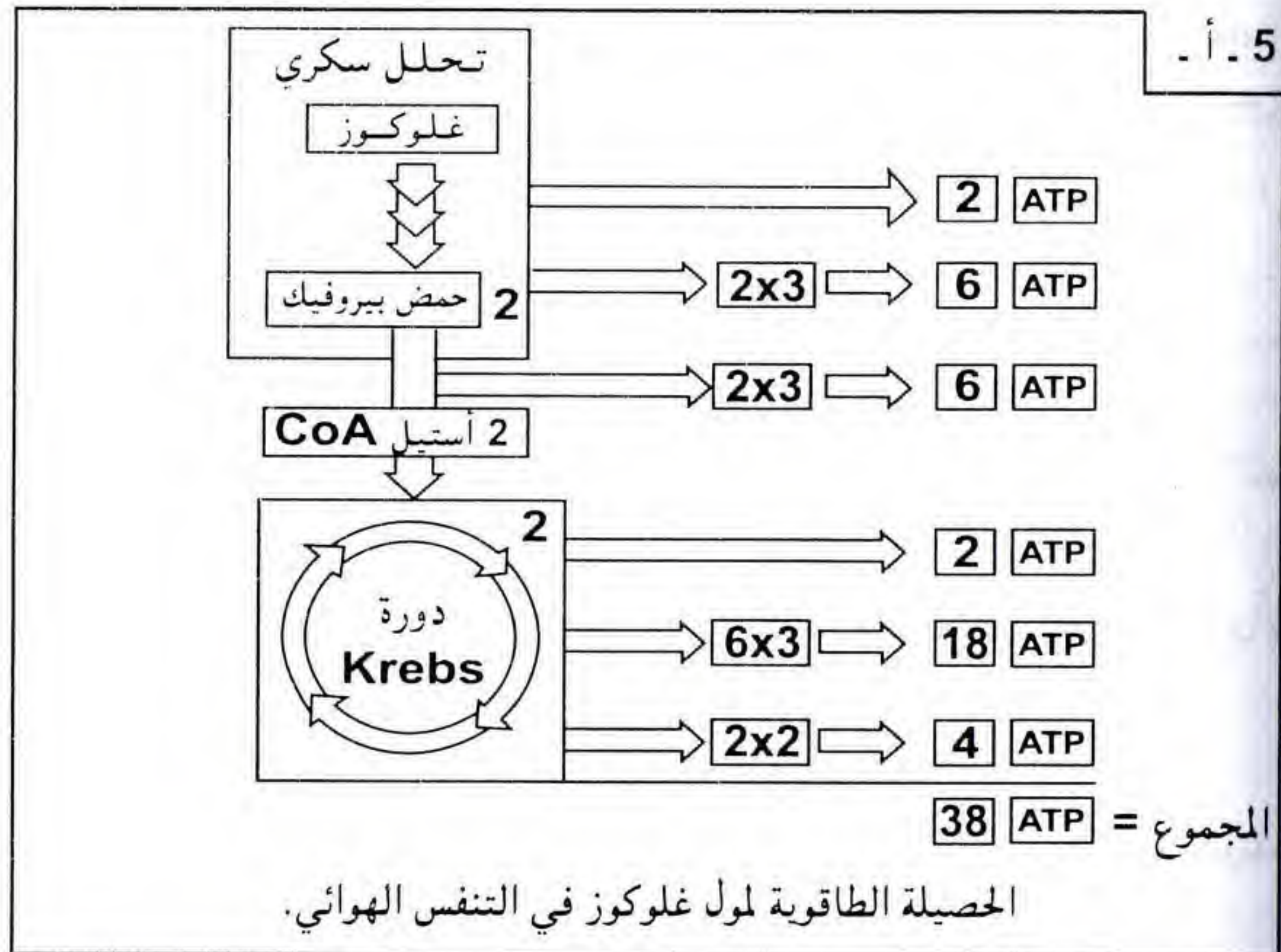
- نوع الخلية: خلية نباتية يخضورية لوجود الصانعة الخضراء.

ب - الطبيعة الكيميائية للعنصر (س) سكر معقد (نشاء).

2 - أ - المعلومات المستخلصة من نتائج الجدول:



- 3 - التفاعلات التي تفسر تغير الـ  $O_2$  في الوسط هي حدوث التفاعلات رقم (2) و (3) مع بعضها لأن غياب 2 سيؤدي حتما إلى غياب (3).
- 4 - هوية T: - في التفاعلات (1) هي  $2NAD$  - في التفاعلات (2) هي:  $8NAD$   $2FAD$

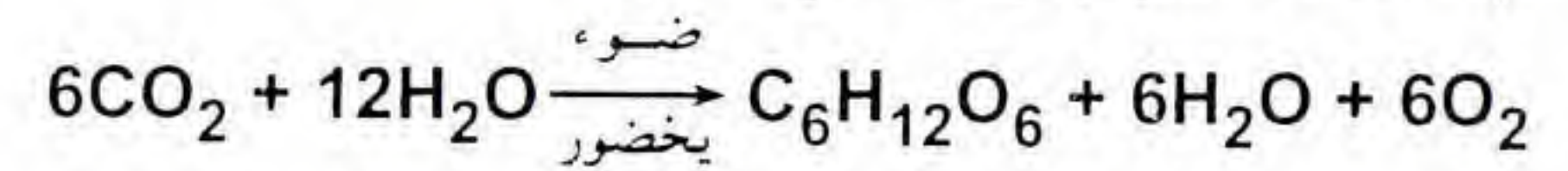


ب - هذه الوثيقة تمثل الحصيلة الطاقوية لمول غلو كوز خلال التنفس الهوائي.

### إجابة التمرين 36:

- 1 - تحليل المنحنى أ: من 0 - 45°م ترتفع الشدة التنفسية بارتفاع درجة الحرارة حيث تصل إلى القيمة المثلى.
- بعد 45°م تنخفض الشدة التنفسية بارتفاع درجة الحرارة بسرعة لتععدم في 60°م
- 2 - أ - إن منحنى تغيرات الشدة التنفسية ومنحنى التفاعلات الأنزيمية متطابقان (متوازيان) ويفسر ذلك:
- إن تفاعلات الشدة التنفسية تقوم بها الإنزيمات التي تتأثر نشاطها بدرجة الحرارة.
- ب و ج: (نفس إجابة السؤال ج من التمرين (40))
3. أ -  $G \leftarrow P \leftarrow K \leftarrow CO_2$

- يدخل  $O_2$  الخاص بـ  $CO_2$  في بناء الجزيئات العضوية.
- لا يدخل  $O_2$  الخاص بالماء في بناء الجزيئات العضوية.
- يطرح  $O_2$  أثناء الظاهرة وأصله من الماء.
- ب - المعادلة الكيميائية للظاهرة المعنية:



2. أ - يفسر هذا الانخفاض في تركيز الـ  $H^+$  بدخوله إلى داخل الكيسات في المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي.
- ب - يمثل السطح السفلي، التوازن الحركي المستمر بين البروتونات الداخلة إلى الكيسات + البروتينات الناتجة من تفكك الماء والبروتونات التي تخرج منها إلى الخارج خلال الكرات المذبذبة وتنتج طاقة تشكل ATP.
- ج - α - يتوقف تركيب الـ ATP لعدم مرور البروتونات خلال الكرات المذبذبة حيث يوجد ATPase وكما أن فرق في تدرج تركيز البروتونات لن يتكون.
- β - نعم يستمر إطلاق الأوكسجين لأن نقل الإلكترونات يمكن حدوثه.
- γ - الطاقة الضوئية المقنصة تصرف بشكل حرارة.
- د - عند انطفاء الضوء يرتفع المنحنى إلى المستوى "صفر" ويتوقف إطلاق الأوكسجين وتركيب الـ ATP.

### إجابة التمرين 35:

- 1 - الاسم المناسب لكل مجموعة من التفاعلات:

- التفاعلات 1: - التحلل السكري ويتم فيه تحول الغلو كوز إلى حمض البيروفيك.
- التفاعلات 2: - تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم (أ) أي المرحلة الممهدة لحلقة كريبس والدخول في حلقة كريبس.
- التفاعلات 3: - الفسفرة التأكسدية.
- 2 - المقر (المستوى الخلوي) لكل مجموعة.
- التفاعلات 1: - (التحلل السكري) مقرها الهائلوبلازم.
- التفاعلات 2: - مقرها حشوة الميتوكوندري
- التفاعلات 3: - مقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري



## 2 - الوصف:

- يحيط بالميتوكوندري غشائين خارجي وداخلي تمتد منه أعراف إلى الداخل، يفصل بين الغشائين حيز.
- تحتوي مادة الأساس على ريبوزومات، **ADN**، إنزيمات ...

## 3 - الإنتاج:

- للميتوكوندري بنية حجيرية أي مقسمة إلى حجيرات والمتمثلة بالحيز الموجود بين الغشائين ومادة الأساس.

## د - 1 - المقارنة بين الغشاء الداخلي والخارجي للميتوكوندري:

- يحتوي الغشاء الخارجي على 50% بروتينات و50% دسوم في حين تزداد نسبة البروتين من 50% إلى 80% في الغشاء الداخلي حيث أنه يحتوي على نواقل إلكترونات، إنزيم **ATP Synthétase** ومضخات البروتونات ... في حين تغيب هذه العناصر في الغشاء الخارجي.

- الإستخلاص: الاختلاف في التركيب الكيميائي يؤدي إلى الاختلاف في الوظيفة

## 2 - المقارنة بين الغشاء الداخلي ومادة الأساس:

المكونات	الغشاء الداخلي	المادة الأساسية
حمض البيروفيك	-	+
أستيل مرافق الإنزيم A	-	+
نازعات الهيدروجين	+	+
نازعات الكربوكسيل	-	+
نواقل الإلكترونات	+	-
إنزيم <b>ATP Synthétase</b>	+	-
مضخات البروتونات	+	-

- الإستخلاص: اختلاف في بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والمادة الأساسية يدل على الاختلاف في الوظيفة.

## 3 - ما يمكن قوله:

- عن هذا الاختلاف في التركيب الكيميائي وخاصة فيما يخص نوع البروتينات يحدد نوع الوظيفة التي يقوم بها كل جزء.
- هـ - 1 - إستخلاص نوع التفاعلين 1، 2:

ب - ظهور الإشعاع في حمض البيروفيك يدل على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك، وظهور الإشعاع في حموض حلقة كريبس دلالة على تشكل هذه الحموض من حمض البيروفيك، كما أن انطلاق  $CO_2$  المشع دلالة على أنها تنشأ من هذه المركبات.

ج - المرحلة الأولى: خارج الميتوكوندري في الهائلوبلازم وهي التحلل السكري.

المرحلة الثانية: تحدث داخل الميتوكوندري وتتمثل بتحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم "أ" (أي المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) والدخول في حلقة كريبس ثم الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

## إجابة التمرين 37:

لمعرفة العلاقة بين بنية الميتوكوندري ووظيفتها نقوم بما يلي:

أ - في الوسط الهوائي: يدل تلون الميتوكوندري باللون الأخضر على وجود أخضر جانوس في هذا المستوى وفي حالة مؤكسدة.

- في الوسط اللاهوائي: عدم ملاحظة اللون الأخضر على مستوى الميتوكوندري يدل على عدم أكسدته.

ب - 1 - المقارنة: العضية "س" هي الميتوكوندري

- خلايا الخميرة في الوسط الهوائي: وجود عدد كبير من الميتوكوندري المتطورة.

- خلايا الخميرة في الوسط اللاهوائي: غياب الميتوكوندري.

## 2 - الفرضية المقدمة:

وجود الميتوكوندري وتطورها مرتبط بتهوية الوسط [هوائي أو لاهوائي].

## 3 - الإنتاج:

- الميتوكوندري مقر الأكسدة التنفسية.

5 - **ADN** ميتوكوندري

6 - حبيبات إدخارية

7 - ريبوزومات ميتوكوندري

8 - حيز بين الغشائين

ج - 1 - البيانات: 1 - غشاء داخلي

2 - أعراف

3 - غشاء خارجي

4 - المادة الأساسية



التفاعل (1) : تفاعل أكسدة.

التفاعل (2) : تفاعل إرجاع.

2 - الإستنتاج : تفاعلات ظاهرة التنفس هي تفاعلات أكسدة وإرجاع.

### إجابة التمرين 38:

1 - مصدر كاربون  $CO_2$  المطروح في عملية التنفس وكذلك أوكسجين من الغلوكوز

2 - أ - المرحلة س: تتمثل بالتحلل السكري وهي تحدث في التنفس الهوائي والتخمير ومقره الهائلوبلازم.

المرحلة ع: تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم - أ - ثم الدخول في حلقة كريبس ومقره حشوة الميتوكوندري.

المرحلة ص: الفسفرة التأكسدية ومقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

ب - المستوى الخلوي الذي يتم فيه تفاعلات الظاهرة "ب" هو الهائلوبلازم.  
ج - الظاهرة أ: التنفس.

التعليل: وجود حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية واستهلاك  $O_2$  لتشكيل الماء.

الظاهرة ب: التخمر اللبني

التعليل: ظهور حمض اللبن

3 - أ - المردود الطاقي للتنفس:-

$$40,52\% = 100 \times \frac{38 \times 30,5}{2860}$$

المردود الطاقي للتخمير:-

$$2,13\% = 100 \times \frac{2 \times 30,5}{2860}$$

ب - أما النسبة الباقية فجزء قليل منها تضيع على شكل حرارة والباقي مازال مخزنة في جزئيتين من الأيثانول (الظاهرة ج) أو حمض اللبن (الظاهرة ب)،

### إجابة التمرين 39:

أ - 1 - فطر الخميرة كائن إختياري يعيش في الوسطين الهوائي (وجود  $O_2$ ) واللاهوائي (تخمير غياب  $O_2$ ).

التعليل: غزارة النمو الفطري على طول خط الزرع بالرغم من أن تركيز الأكسجين

يقل كلما إبتعدنا على سطح الوسط المغذي.

2 - تنقص كمية الغلوكوز على طول خط الزرع غير أن هذا النقص يزداد كلما إبتعدنا من سطح الوسط المغذي.

التعليل: الهدف من هدم الغلوكوز هو الحصول على طاقة تستخدمها الخلايا في أداء مختلف أنشطتها الحيوية (النمو، التكاثر.....).

- التنفس الهوائي (هدم كلي للغلوكوز) ينتج كمية كبيرة من الطاقة (38 ATP لكل جزئ غلوكوز) مقارنة بالتخمير (هدم جزئي) ينتج كمية قليلة من الطاقة (2 ATP).

- غير أن النمو الحادث على طول خط الزرع بنفس المعدل وهذا مايدل على أن هدم الغلوكوز يزداد كلما إبتعدنا من سطح الوسط المغذي من أجل الحصول على القدر الكافي من الطاقة.

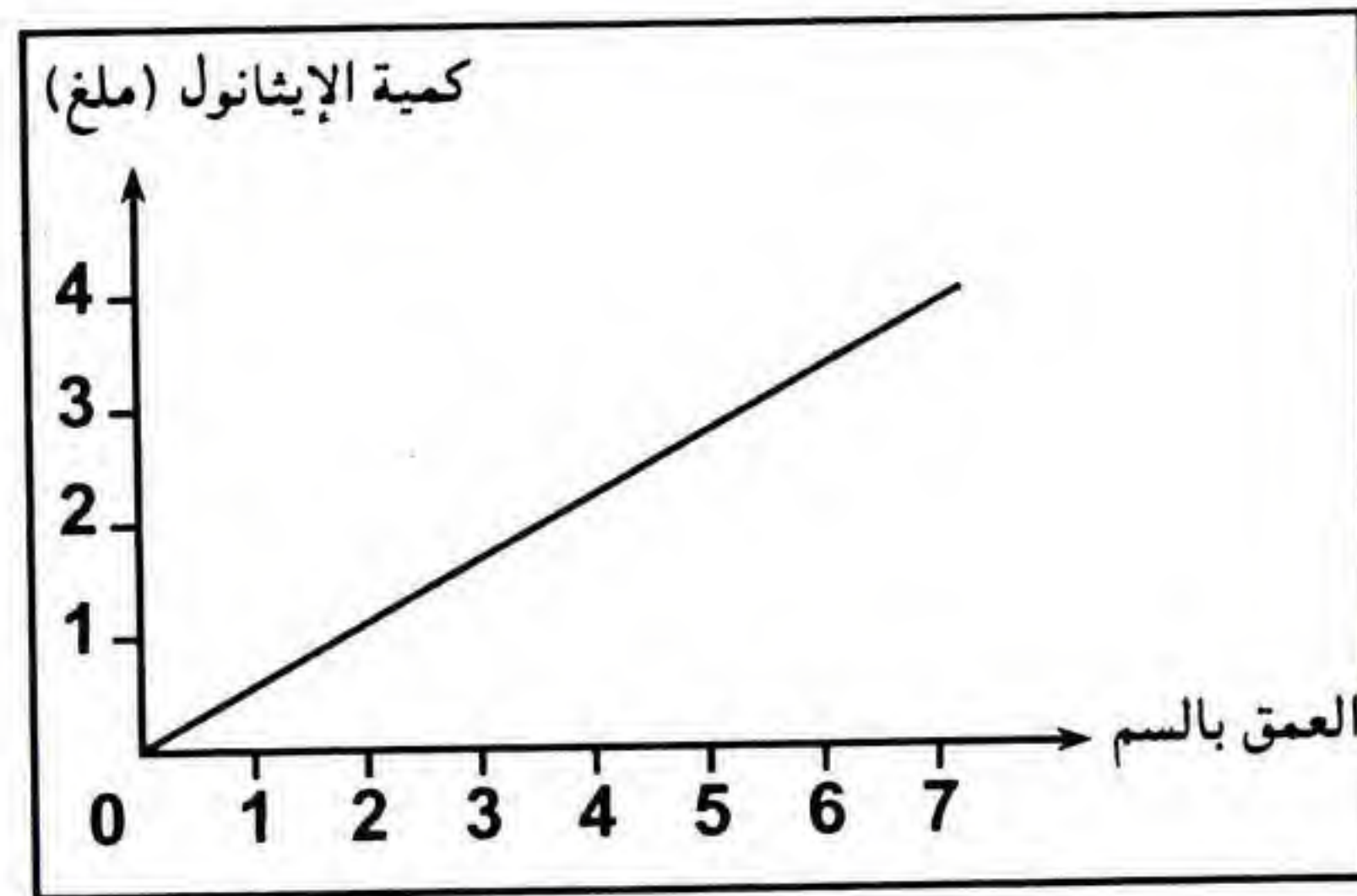
ب - 1 البيانات: 1 - هائلوبلازم. 2 - ميتاكوندري نامية. 3 - نواة. 4 - ميتاكوندري غير نامية.

2 - الخلية المثلثة في الشكل (1) أخذت من المنطقة السطحية (س) أي الوسط الهوائي لوجود عدد كبير من الميتوكوندري النامية.

والخلية المثلثة في الشكل (2) أخذت من المنطقة الداخلية (ص) أي الوسط اللاهوائي لغياب الميتوكوندري تقريبا وضعف نموه.

التعليل: الظروف السائدة على سطح الوسط المغذي هوائية (وجود  $O_2$ ) و الظروف السائدة في أسفل الوسط المغذي لاهوائية، (تخمير غياب  $O_2$ ).

ج - 1 - التمثيل البياني:



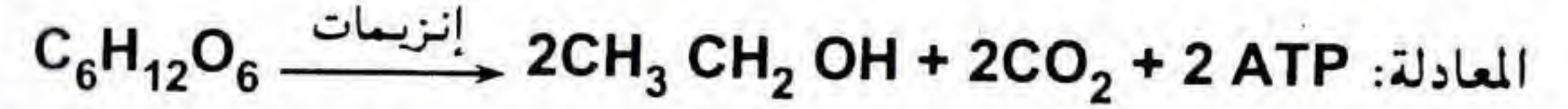
2 - تتوقف كمية المادة المتشكلة على العمق، بحيث تزداد كميتها بزيادة العمق والعكس صحيح.



3 - المادة المتشكلة هي: الإيثانول (كحول إيثيلي).

الصبغة الكيميائية:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  أو  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

الظروف التي أدت إلى تشكلها: قلة (غياب) الأكسجين ( $\text{O}_2$ ).



4 - الدراسة المقارنة: الظاهرة المدروسة هي التنفس بنوعيه (الهوائي واللاهوائي).

الناتج	التنفس الهوائي	التنفس اللاهوائي (التخمير الكحولي)
المقارن	الهائلولبلازم والميتوكوندرى	الهائلولبلازم
الحصيلة الطاقوية	38 ATP	2 ATP
	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ + طاقة	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CO}_2$ + طاقة

### إجابة التمرين 40:

أ - تحليل المنحنى:

- الزمن [ز<sub>2</sub>] : ثبات نسبة  $\text{O}_2$  تقريبا في الوسط دلالة على عدم إستهلاكه رغم إضافة الجلوكوز عند الزمن ز<sub>1</sub> ..... الميتوكوندرى لاتعمل.

- الزمن [ز<sub>2</sub>] : عند إضافة حمض البيروفيك: إنخفاض معتبر لكمية  $\text{O}_2$  في الوسط دلالة على إستهلاكه من طرف الميتوكوندرى .... الميتوكوندرى تعمل.

الإستنتاج: مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندرى هي حمض البيروفيك وليست الجلوكوز.

ب - 1 - تحليل النتائج التجريبية:

- الجدول (أ): إنتقال الجلوكوز من الوسط الخارجى إلى الهيلولى ليتحول هناك إلى حمض البيروفيك، ثم إنتقال هذا الأخير إلى الميتوكوندرى ليتحول هناك إلى مركبات أخرى مشتقة ويتم طرح غاز  $\text{CO}_2$  إلى الخارج.

الجدول (ب): إنتقال الجلوكوز من الوسط الخارجى إلى الهيلولى ليتحول هناك إلى حمض البيروفيك وتحول هذا الأخير إلى مركبات أخرى في الهيلولى وتم طرح  $\text{CO}_2$  إلى الخارج.

- الإستخلاص: حمض البيروفيك بوجود غاز  $\text{O}_2$  يدخل الميتوكوندرى ويتحول هناك إلى مركبات أخرى.

2 - تحديد ظروف الحصول على الجدولين (أ ، ب):

- الجدول (أ): ظروف هوائية لهدم الجلوكوز داخل الميتوكوندرى.

- الجدول (ب): لاهوائية لهدم الجلوكوز خارج الميتوكوندرى.

3 - تحديد مصير ومقر تحول البيروفيك في الحالتين:

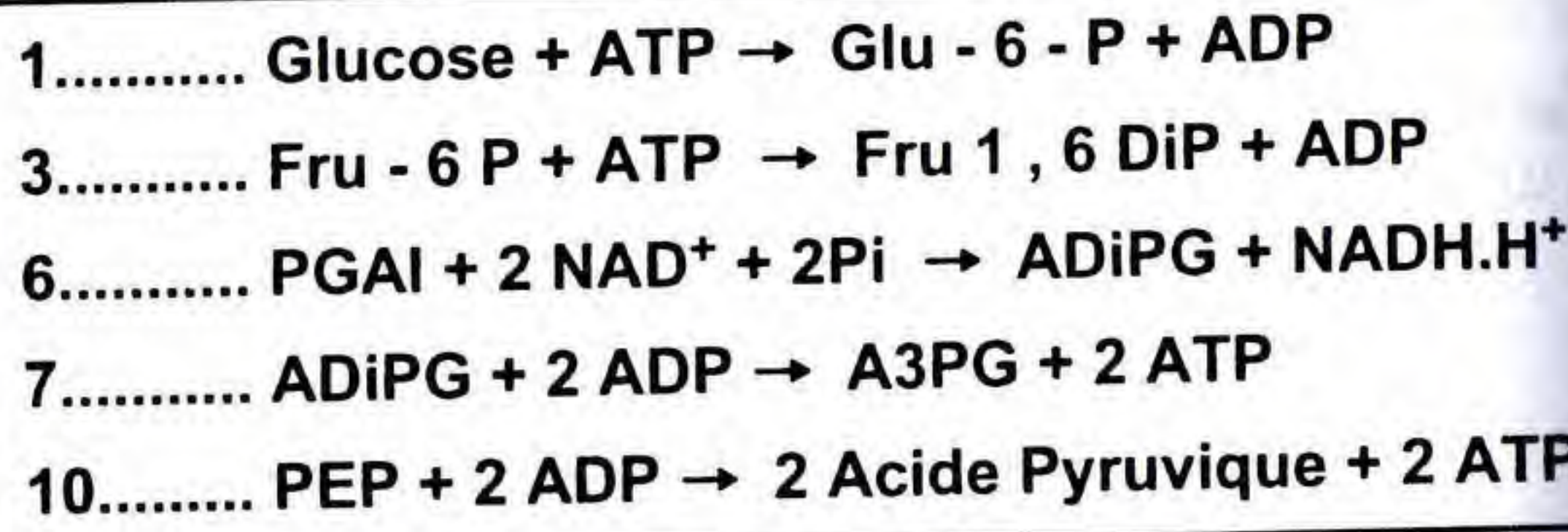
- في الظروف الهوائية:

مصير حمض البيروفيك يدخل الميتوكوندرى ويتحول هناك إلى مركبات أخرى.

- في الظروف اللاهوائية:

حمض البروفيك يبقى في الهيلولى ويتحول إلى مركبات أخرى (مشتقات أخرى) لهدم المتشكلة في الميتوكوندرى.

ج - 1 - تمثيل التفاعلات بمعادلات بسيطة:



2 - إستنتاج نوع التفاعل:

- التفاعل (1): إماهة  $\text{ATP}$  وفسفرة السكر.

- التفاعل (3): إماهة  $\text{ATP}$  وفسفرة السكر.

- التفاعل (6): أكسدة وإرجاع.

- التفاعل (7): تركيب  $\text{ATP}$ .

- التفاعل (10): تركيب  $\text{ATP}$ .

3 - تحديد حصيلة  $\text{ATP}$  إيجابية أم سلبية:

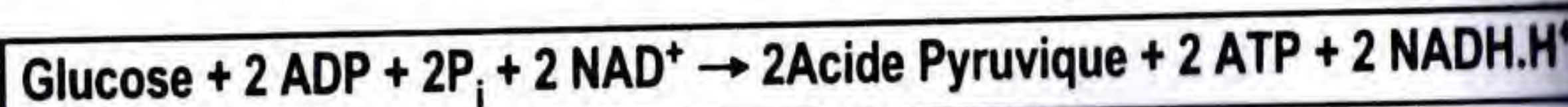
- حصيلة  $\text{ATP}$  إيجابية

- التعليل: - تم إستعمال 2  $\text{ATP}$  في الفسفرة.

- تم إنتاج 4  $\text{ATP}$  بعد ذلك.

- الحصيلة: 2 $\text{ATP}$  +

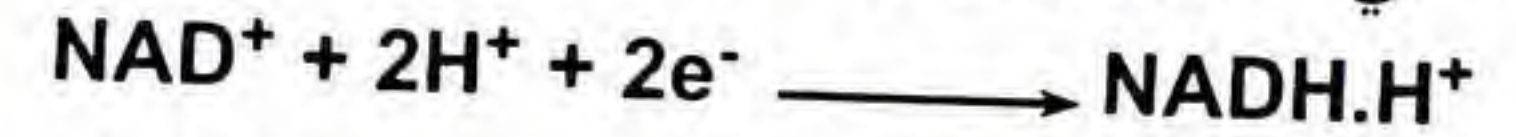
4 - معادلة التحلل السكري:



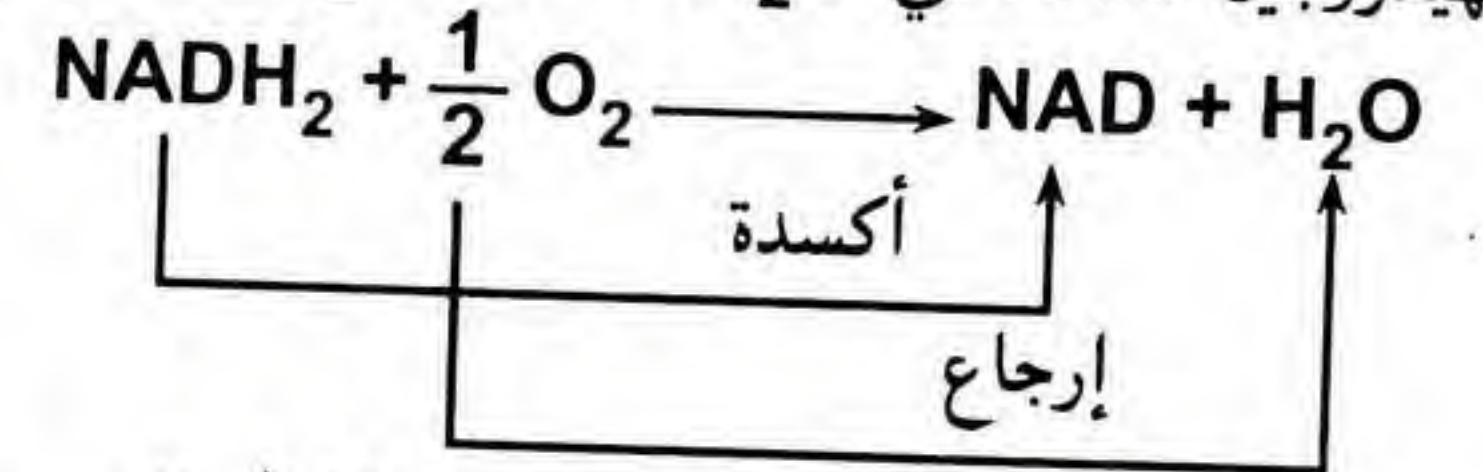


1. المرحلة الأولى المتمثلة بالتحلل السكري تحدث على مستوى الهايلوبلازم.
- المرحلة الثانية المتمثلة بتحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الإنزيم - أ (المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) تحدث في مستوى حشوة الميتوكوندري.
- المرحلة الثالثة المتمثلة بحلقة كريبس تحدث في حشوة الميتوكوندري.
- المرحلة الرابعة المتمثلة بالفسفرة التأكسدية تحدث في مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

2. هوية T هي  $NAD^+$  ويتدخل حسب التفاعل التالي :



3. المرحلة المشتركة هي المرحلة الأولى المتمثلة بالتحلل السكري.
4. يستقبل الأوكسجين الالكترونات والبروتونات الناتجة عن أكسدة نواقل الهيدروجين المتمثلة في ال  $FADH_2$  و ال  $NADH_2$  في المرحلة الرابعة وتشكيل الماء.



5. المحصلة الطاقوية راجع التمرين 48 أو التمرين 35 أو 46
6. المردود الطاقوي : يتمثل في النسبة المئوية من الطاقة الإجمالية لمول غلوكوز والتي تخزن في جزيئات ال ATP المشكلة.

الطاقة المخزنة في 38 جزيئة ATP =  $38 \times 30,5 = 1159$  كيلو جول المشكلة في التنفس الهوائي.

$$\text{المردود الطاقوي للتنفس} = 100 \times \frac{1159}{2860} = 40,52\%$$

الطاقة المخزنة في جزيئين من ال ATP المشكلة في التخمر =  $2 \times 30,5 = 61$

$$\text{المردود الطاقوي للتخمر} = 100 \times \frac{61}{2860} = 2,13\%$$

نلاحظ أن المردود في التنفس الهوائي أكبر من التخمر لأن التفكك في التنفس تام فالطاقة الناتجة كبيرة فالمردود كبير في حين في التخمر التفكك جزئي فالطاقة الناتجة ضعيفة فالمردود ضعيف.

(أ) تحليل المنحنى :

- قبل الزمن (ز) [ قبل إضافة حمض البيروفيك ] : ثبات كميتي  $O_2$  و  $CO_2$  تقريبا في الوسط.

- بعد الزمن (ز) [ بعد إضافة حمض البيروفيك ] : نلاحظ تناقص في كمية  $O_2$  دلالة على استهلاكه من طرف الميتوكوندري.

وتزايد في كمية  $CO_2$  دلالة على تشكله من تحولات حمض البيروفيك.

- الإنتاج : امتصاص  $O_2$  وطرح غاز  $CO_2$  دلالة على هدم حمض البيروفيك.

(ب) - يعتبر هذا التفاعل خطوة تحضيرية للمرحلة اللاحقة (حلقة كريبس) لذا يكتب معها وتسمى بالمرحلة الممهدة لحلقة كريبس.

(ج) 1 - نوع التفاعلات :

- التفاعل (1) : تفاعل ضم
- التفاعل (2) : تفاعل نزع كربوكسيل تأكسدية
- التفاعل (4) : تركيب ATP
- التفاعل (5) : تفاعل أكسدة
- التفاعل (7) : تفاعل أكسدة

2 - عدد جزيئات  $CO_2$  المطروحة خلال الدورة إنطلاقا من جزيئة جلوكوز:

من تحول حمض البيروفيك إلى استيل مرافق للإنزيم - أ - جزيئة  $CO_2$  3  
من كل حلقة كريبس جزيئتان من  $CO_2$  من كل دورة

لدينا دورتان (لدينا جزيئتان من حمض البيروفيك من كل جزيئة غلوكوز إذا

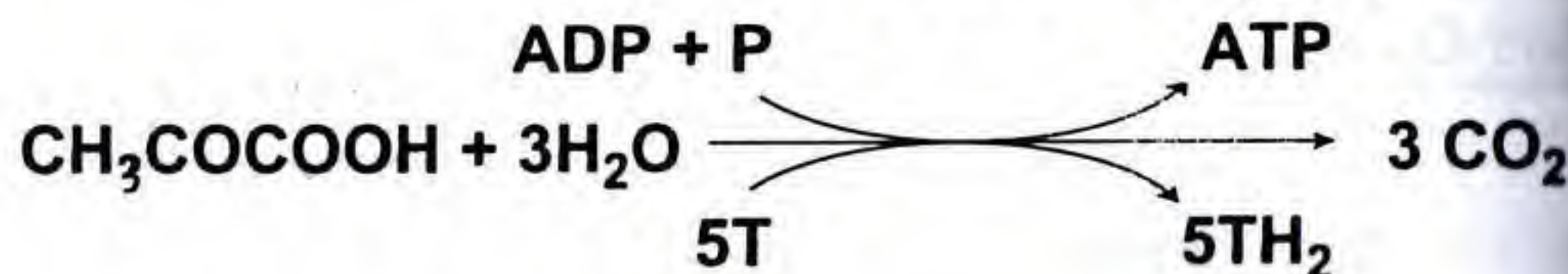
$$6 CO_2 = 2 \times 3$$

3 - عدد المرافقات الإنزيمية المرجعة :

$$3 NADH.H^+ \dots\dots\dots 6 NADH.H^+ = 2 \times 3 \text{ دورتان}$$

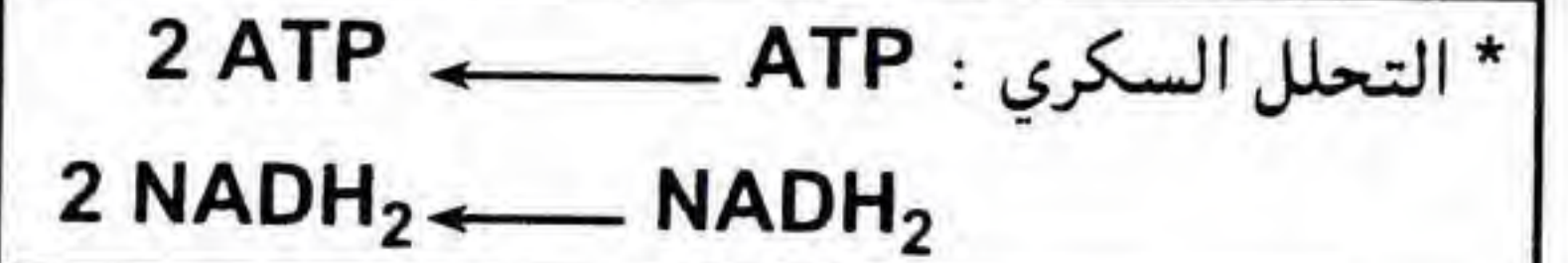
$$1 FADH.H^+ \dots\dots\dots 2 FADH.H^+ = 2 \times 3 \text{ دورتان}$$

4 - تلخيص في معادلة بسيطة :

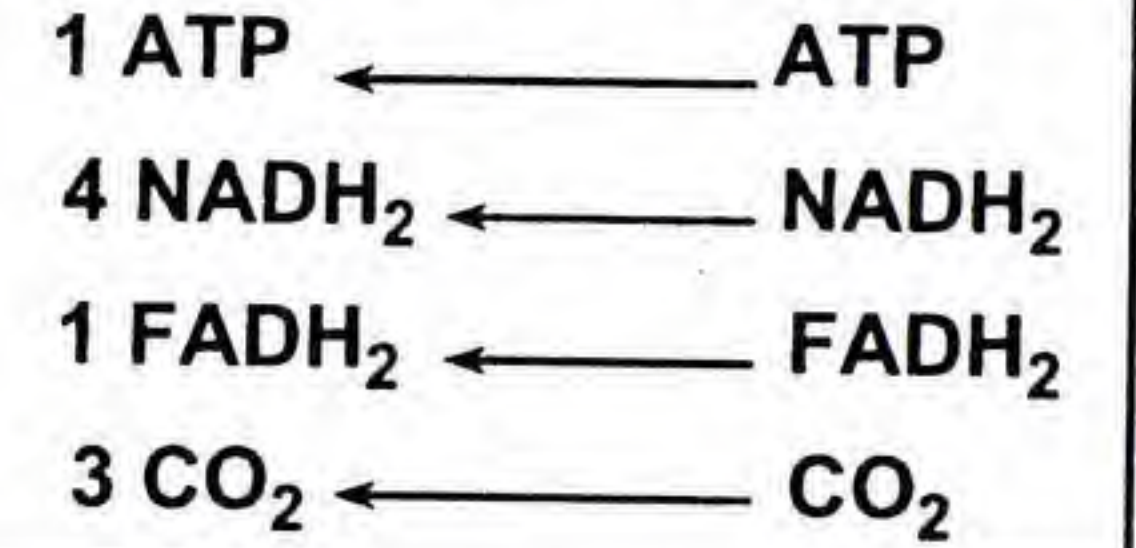




ج) الحصيلة الأولية للتحلل السكري وحلقة كربس انطلاقاً من جزيئة جلوكوز :



\* حلقة كربس : من كل جزيئة حمض البيروفيك والخطوة التحضيرية لها :



### إجابة التمرين 43 :

1 - أ - البيانات : 1 - غشاء خارجي للميتوكوندري. 2 - عرف.

3 - حشوة (مادة أساسية). 4 - الهائلولبلازم.

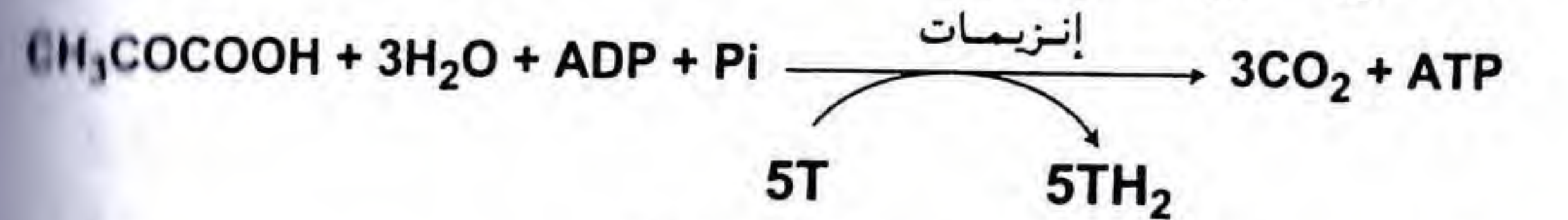
العنصر س : ميتوكوندري.

ب - بما أن الخلية غنية بالميتوكوندريات النامية ذات الأعراف المتطورة وهذا دليل على أنها أخذت من الوسط الهوائي.

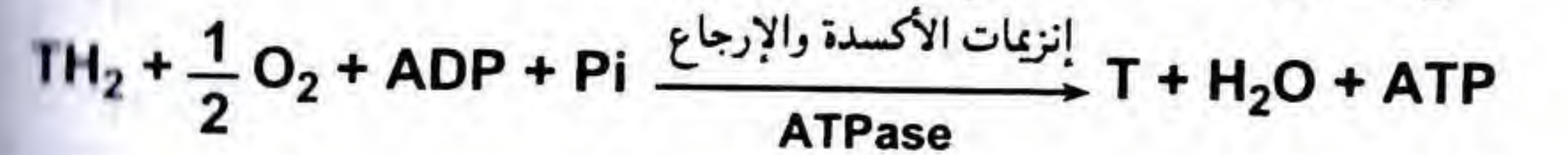
2 - المعادلة :  $C_6H_{12}O_6 + 2 ADP \rightarrow 6 \text{ فوسفات} + 2 \text{ فركتوز} + 2 ATP$

يتم هذا التفاعل على مستوى الهائلولبلازم.

3 - على مستوى الحشوة (3) :



على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري (2) :



4 - لأن الإلكترونات الناتجة عن أكسدة TH<sub>2</sub> تنتقل عبر سلسلة من التفاعلات بتفاعلات الأكسدة والإرجاع إلى أن تصل إلى المستقبل الأخير ألا وهو الـ O<sub>2</sub> لإرجاعه وتشكيل الماء مع البروتونات.

### إجابة التمرين 44 :

1 - أ - 1 - جدار خلوي (سليلوزي). 2 - غشاء هيولي. 3 - نواة أو غلاف نووي.

4 - هيولي أساسية (هائلولبلازم). 5 - شبكة هيولية فعالة. 6 - فجوة.

2 - التحليل المقارن :

في الوسط (أ) : الخلية ذات ميتوكوندري نامية ذات أعراف متطورة.

في الوسط (ب) : الخلية ذات ميتوكوندري ضامرة ذات أعراف صغيرة.

الإستنتاج : نمو الميتوكوندري يتعلق بطبيعة الوسط الموجودة فيه الخلية.

3 - تحديد طبيعة الوسطين : الوسط (أ) : هوائي. الوسط (ب) : لا هوائي.

ب - 1 - تفسير نتائج الجدول :

في الوسط (أ) : يتم استعمال O<sub>2</sub> وطرح CO<sub>2</sub> وهذا يدل على قيام الخميرة بعملية التنفس حيث تفككت المادة الأيضية (الجلوكوز) كلياً إلى مواد معدنية لا تحمل أية طاقة (حشالة) وينتج عن ذلك كمية معتبرة من الطاقة تستعمل في تكاثر الخميرة مما يؤدي إلى تزايد كبير في كتلتها.

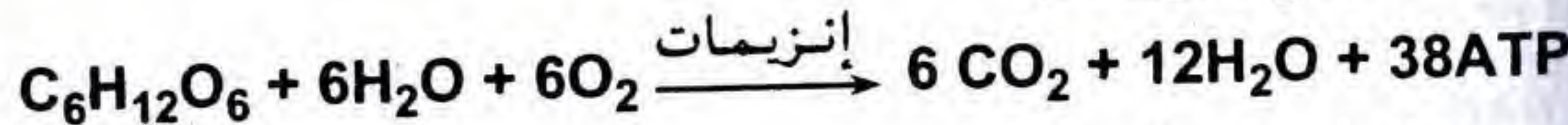
في الوسط (ب) : يتم طرح CO<sub>2</sub> دون استعمال O<sub>2</sub> وهذا يدل على قيام الخلية بعملية التخمر حيث تفككت المادة الأيضية (الجلوكوز) جزئياً إلى إيثانول مما ينتج عنه كمية ضئيلة من الطاقة الشيء الذي لا يسمح بتزايد كبير في كتلة الخميرة.

2 - مقارنة نسبة نمو الخميرة في الوسطين أ، ب

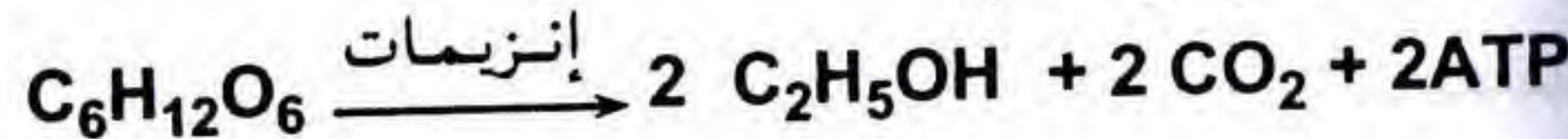
في الوسط (أ) : نسبة نمو الخميرة عالية. { نسبة النمو 0,6 غ/0,02 غ أي كنسبة 1/30  
في الوسط (ب) : نسبة نمو الخميرة منخفضة.

3 - كتابة المعادلتين :

♦ معادلة التنفس : (وسط أ)



♦ معادلة التخمر (وسط ب) :



### إجابة التمرين 45 :

1 - الأجزاء الأكثر نشاطاً في الميتوكوندري : حسب التركيب الكيميائي لهذه الأجزاء المحدد في الجدول وعلى الخصوص وجود الأنزيمات تكون الأكثر نشاطاً في



الميتوكوندري متمثلة في : الغشاء الداخلي . المادة الأساسية .

2 - تفسير غياب الجلوكوز في المادة الأساسية :

إن غياب الجلوكوز على مستوى المادة الأساسية في الميتوكوندري يرجع إلى أنه لا يدخل إليها حيث أن الجلوكوز يتحلل سكريا على مستوى الهيولي معطيا جزيئين من حمض البيروفيك هذا الأخير الذي يعتبر المادة الأيضية الأساسية (للميتوكوندري)

3 - أ : العلاقة التي توجد بين النواقل الموجودة في المادة الأساسية وانزيمات الغشاء الداخلي : تتمثل النواقل الموجودة في المادة الأساسية في :

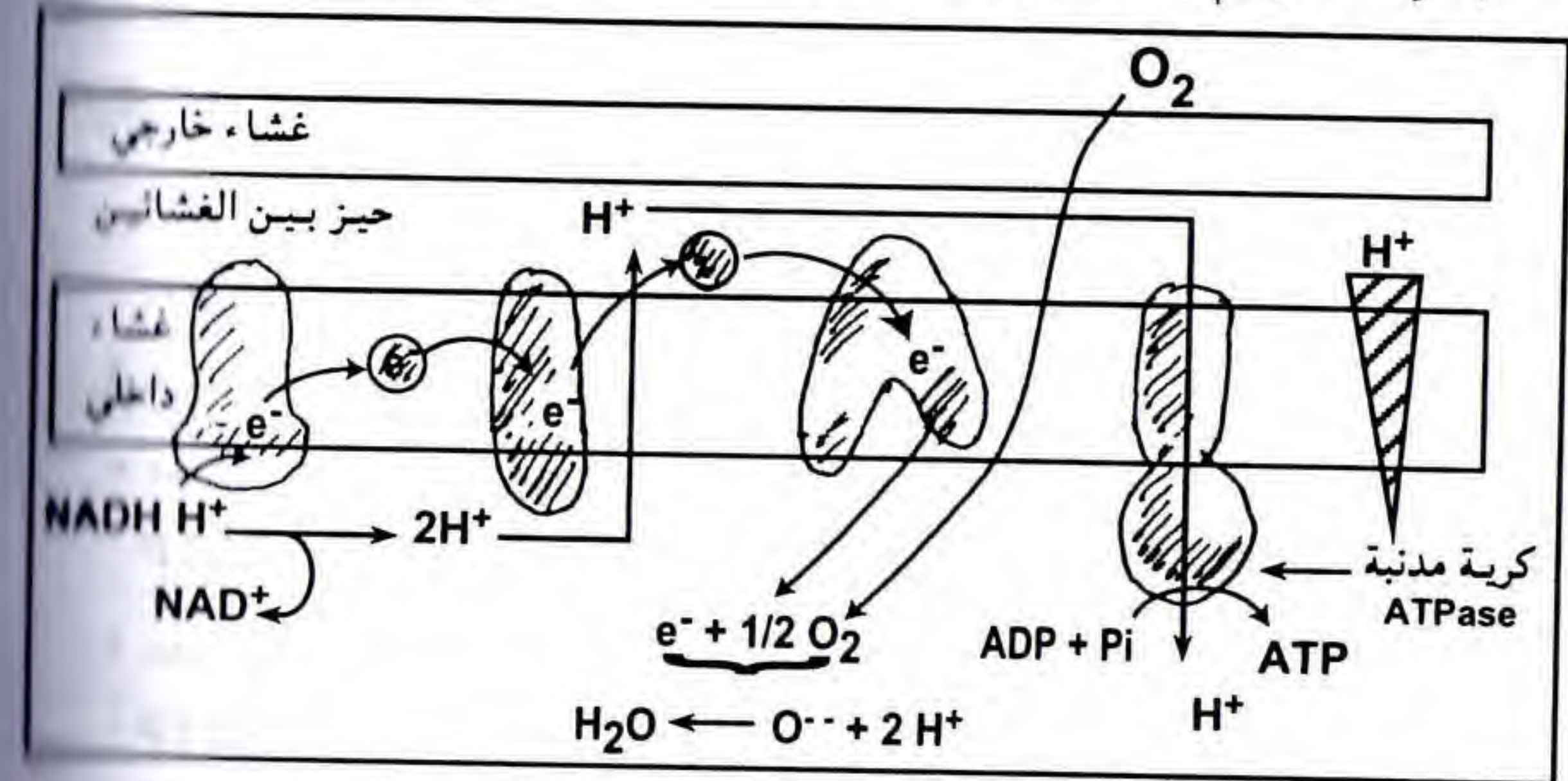
نواقل مرجعة  $H^+$  ،  $NADH$  ،  $FADH_2$  .

هذه النواقل تحرر الإلكترونات التي تنتقل عن طريق النواقل المشكلة للسلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري ، والتي تنقلها على مستوى المستقبل النهائي المتمثل في الـ  $O_2$  ، في هذه الأثناء يحدث نقل للبروتونات من المادة الأساسية نحو الحيز بين الغشائين مسببا تراكمها الذي يؤدي إلى تدرج في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء .

يـ . ينجم عن هذا التدرج في التركيز تدفق البروتونات عبر الكريات المائية (ATPase) الذي يؤدي إلى فسفرة ADP (ATP ← Pi + ADP) .

ATPase

ب - إعادة الرسم وكتابة البيانات عليه :



إجابة التمرين 46

أ - 1 - تحديد الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية :  
- إن انتقال الإلكترونات من  $NADH.H^+$  إلى المستقبل النهائي  $O_2$  يكون في

كمون أكسدة وإرجاع منخفض (-0,32 V) إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع (+0,84 V) .... يحرر طاقة .

2 - التعليل : - انخفاض قيمة pH خارج الميتوكوندري يكون نتيجة انتقال البروتونات عبر نواقل الإلكترونات والبروتونات إلى خارج الميتوكوندري مسببة زيادة في تركيز البروتونات فانخفاض قيمة pH الوسط الخارجي .

3 - حساب فرق كمون الأكسدة الإرجاعية :

$$-0,32 v = NADH.H^+ .$$

$$+0,05 v = T_2 .$$

- الفرق يتمثل في 0,37 وهو فرق معتبر ، أي أن هناك انخفاض معتبر في طاقة الإلكترون .  
- فما هو مصير هذه الطاقة ؟ .

4 - فيما تستعمل الطاقة السابقة :

- تستغل الطاقة المحررة في إخراج البروتونات عكس تدرج التركيز (نقل فعال) .

5 - تحديد المستقبل الأخير للإلكترونات :

- المستقبل الأخير في السلسلة التنفسية هو  $O_2$  .

6 - 1 - حيز بين الغشائين . 3 - معطي الإلكترونات .

2 - الغشاء الداخلي . 4 - الحشوة .

ب - التحلل السكري :

$$8 \text{ ATP} \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ATP} \leftarrow 2 \text{ ATP} \\ 6 \text{ ATP} = 3 \times 2 \leftarrow 2 \text{ NADH}_2 \end{array} \right.$$

الأكسدة الخلوية :

أ - من حمض البيروفيك إلى استيل قرين الانزيم (أ)

$$\left. \begin{array}{l} \text{جزيئتان من حمض البيروفيك (دورتان)} \\ 3 \text{ ATP} = 3 \times 1 \leftarrow \text{NADH}_2 \end{array} \right\} \text{ب - حلقة كريبس}$$

$$30 \text{ ATP} = 2 \times 15 \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ATP} \leftarrow 1 \text{ ATP} \\ 9 \text{ ATP} = 3 \times 3 \leftarrow 3 \text{ NADH}_2 \\ 2 \text{ ATP} = 2 \times 1 \leftarrow 1 \text{ FADH}_2 \end{array} \right.$$

المجموع = 38 ATP



(ج) 1 - عنوان الوثيقة :

مخطط مراحل آلية التنفس [ هدم الجلوكوز في الوسط الهوائي ]

2 - البيانات المرقمة :

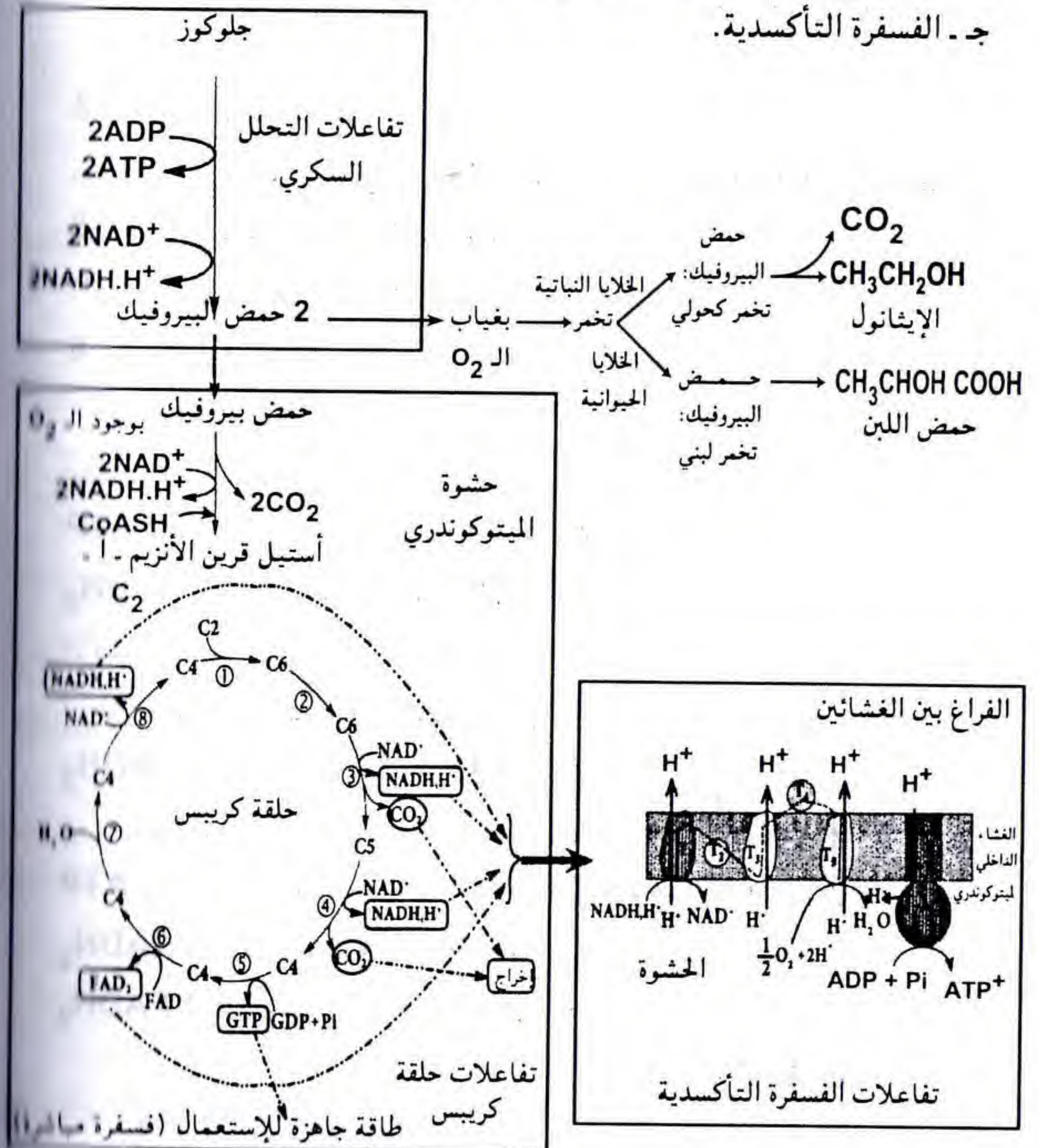
(1) - جلوكوز (2) - حمض البيروفيك (3) -  $\text{NADH.H}^+$  (4) -  $\text{ATP}$   
(5) -  $\text{CO}_2$  (6) -  $\text{FADH}_2$  (7) -  $\text{O}_2$  (8) -  $\text{H}_2\text{O}$

3 - التعرف على الأحرف :

أ - التحلل السكري.

ب - حلقة كريبس وتوجد بين أ، ب المرحلة الممهدة لحلقة كريبس.

ج - الفسفرة التأكسدية.



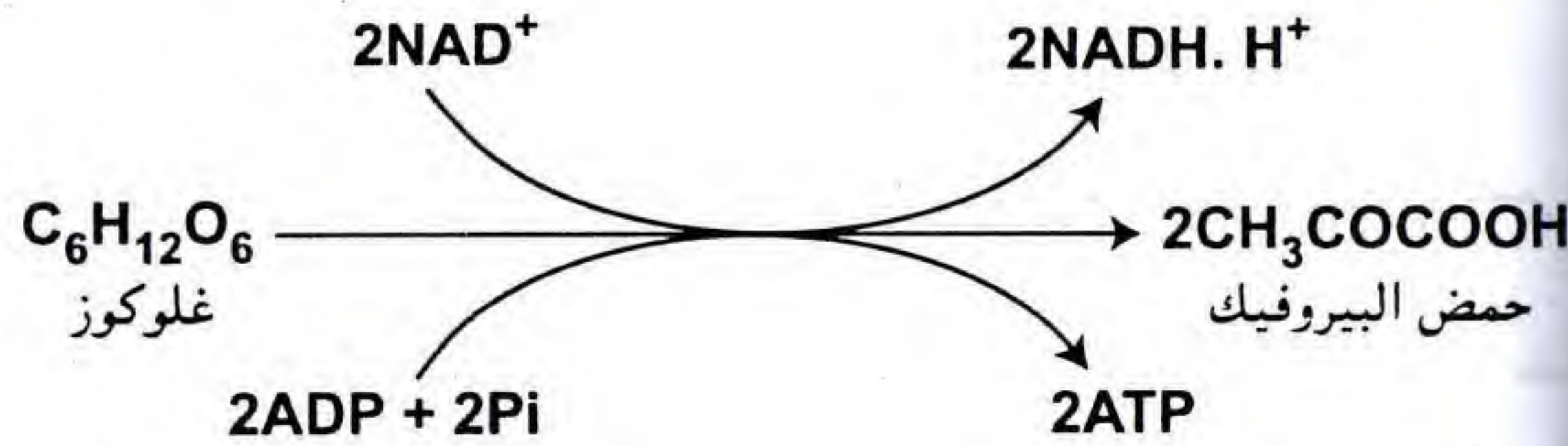
### إجابة التمرين 47 :

1 - نستخلص أن الميتوكوندريا هي مقر الأكسدة الخلوية.

2 - نستنتج أن فسفرة الجلوكوز شرط أساسي لتحليل الجلوكوز داخل الخلية.

جلوكوز +  $\text{ATP}$  ← جلوكوز - 6 - فوسفات +  $\text{ADP}$

3 - يفسر بأن الجلوكوز تفكك إلى سكرين ثلاثيين ثم حصل لهما أكسدة بغياب الأوكسجين (هدرجة) فتحولا إلى جزيئين من حمض اللبن. لكن حمض اللبن لا يمثل المرحلة النهائية لجميع الخلايا بل يقتصر في الخلايا الحيوانية فقط. أما المركب النهائي الذي تشترك فيه جميع الخلايا هو حمض البيروفيك الذي يتشكل كما يلي :



4 - أ.

رقم التجربة	العلاقة بين المواد المستهلكة والمواد المطروحة
1	نستنتج أن مصدر كاربون $\text{CO}_2$ المنطلق في عملية التنفس هو كاربون المادة العضوية.
2	أن مصدر أوكسجين غاز الفحم المنطلق في عملية التنفس هو أوكسجين المادة العضوية ومصدر آخر.
3	أن مصدر أوكسجين غاز الفحم المنطلق في عملية التنفس هو أوكسجين المادة العضوية وأوكسجين ماء الوسط.
4	أن مصدر أوكسجين الماء المطروح هو الأوكسجين المتص في عملية التنفس.
5	أن مصدر الهيدروجين الذي يدخل في تركيب الماء المطروح في عملية التنفس هو المادة العضوية ومصدر آخر - مصدر أوكسجين الماء هو أوكسجين الوسط.
6	أن مصدر الهيدروجين الذي يدخل في تركيب الماء هو المادة العضوية وماء الوسط (الماء الداخل في تفاعلات تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم أ وحلقة كريبس).
7	تؤكد أن مصدر H الماء المتشكل في التنفس هو H كل من مادة الأيض وماء الوسط.



مقر الظاهرة هي: الهائلوبلازم والميتوكوندري.



أ. من [ 0 - 200 ] ثا :

نلاحظ تناقص في كمية  $O_2$  مع زيادة في كمية  $CO_2$  وثبات كمية الإيثانول (حدوث ظاهرة التنفس).

بعد [ 200 ] ثا :

عند نفاذ كمية  $O_2$  نلاحظ بداية تشكل الإيثانول وزيادة في كميته مع استمرار زيادة في كمية  $CO_2$  [ تخمر كحولي ].

الإستنتاج : في غياب  $O_2$  تقوم الخميرة بالتخمر الذي يؤدي إلى انطلاق غاز  $CO_2$  وتشكل الإيثانول (نواتج التخمر).

ب - 1 - تحليل نتائج التجربة :

زيادة كتلة الخميرة (تكاثر الخميرة) ← قلت شفافية الوسط بشكل كبير → الطاقة المتحررة كانت كبيرة.

الزيادة الطفيفة في كتلة الخميرة (تكاثر طفيف) ← قلت شفافية الوسط بشكل طفيف → الطاقة المتحررة كانت قليلة.

أو :

الوسط اللاهوائي : انخفاض طفيف في شفافية الوسط يرجع إلى الزيادة الطفيفة في كتلة الخميرة (تكاثر ضعيف) يدل ذلك على تحرر كمية قليلة من الطاقة.

الوسط الهوائي : انخفاض معتبر في شفافية الوسط يرجع ذلك إلى الزيادة المعتبرة في كتلة الخميرة (تكاثر نشط) يدل ذلك على تحرر كمية كبيرة من الطاقة.

الإستنتاج : المردود في الوسط الهوائي عالي.

المردود في الوسط اللاهوائي ضعيف.

2 - المقارنة بين تطور الخميرة في الوسطين :

تطور الخميرة في الوسط الهوائي بشكل معتبر .... لأن الطاقة الناتجة كبيرة.

تطور الخميرة في الوسط اللاهوائي بشكل ضعيف .... لأن الطاقة الناتجة ضعيفة.

ج - كمية الطاقة :

تشكل من كل جزيئة جلوكوز أثناء التنفس : 38 ATP

تشكل من كل جزيئة جلوكوز أثناء التخمر : 2 ATP

\* المردود الطاقي :

1 - مول من الجلوكوز يحمل طاقة = 2860 kj

1 - مول من ATP يحمل طاقة = 30.5 kj

المردود الطاقي للتنفس =  $\frac{30,8 \times 38}{2860} = 40.5\%$

المردود الطاقي للتخمر =  $\frac{30,8 \times 2}{2860} = 2.1\%$

المردود الطاقي للتنفس عالي كون نواتج التخمر مازالت تحمل طاقة عالية

(التفكك جزئي) عكس نواتج التنفس التي لا تحمل أية طاقة (التفكك تام).

د - 1 - كيفية تجديد نواقل الهيدروجين خلال التخمر :

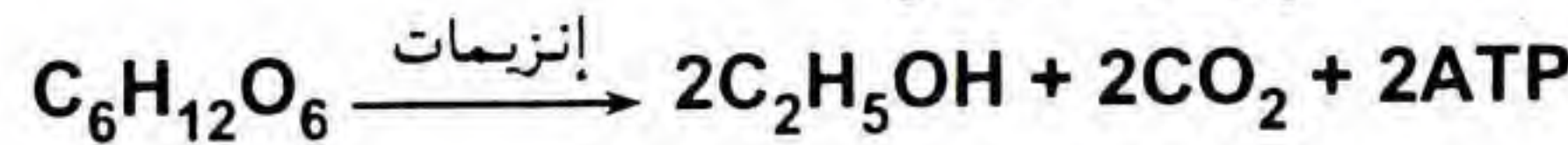
لاستمرار عملية التحلل السكري لابد من تجديد نواقل الهيدروجين (المرافقات الإنزيمية) لتركيب ATP وذلك بارجاعها للإيثانال إلى الإيثانول.

2 - المقارنة :

في التنفس: يتم ذلك خلال الفسفرة التأكسدية بوجود غاز  $O_2$  داخل الميتوكوندري.

في التخمر: يتم ذلك بارجاع الأسيتالدهيد (الإيثانال) إلى إيثانول في الهيولى دون تدخل  $O_2$

3 - المعادلة الإجمالية للتخمر:



هـ - 1 - عنوان الوثيقة :

مراحل هدم الجلوكوز في الوسط اللاهوائي [ التخمر الكحولي ].

2 - بيانات الوثيقة :

1 - جلوكوز. 2 - حمض البيروفيك. 3 -  $NADH.H^+$

4 - ATP. 5 -  $CO_2$ . 6 - إيثانول.

3 - التعرف على الحرفين :

أ - التحلل السكري.

ب - أكسدة النواقل لارجاع الإيثانال إلى الإيثانول (تخمر كحولي).



1. أ - تفسير حمض اللبن في الدم. - يظهر حمض اللبن في الدم عند القيام بجهد عضلي، ويزداد بزيادة الجهد المبذول، رغم توفر كمية معتبرة من  $O_2$ .

- يفسر ذلك بأن قابلية العضلة لإستهلاك  $O_2$  تزداد بزيادة الجهد إلى حد معين، تصبح بعده غير قادرة على إستهلاك كميات أكبر، رغم زيادة الجهد المبذول، لذا يزداد تشكل حمض اللبن نتيجة التخمر بهدف توفير مزيد من الطاقة.

ب. \* إستنتاج الظاهرتين مع التعليل :

- عندما يكون الجهد المبذول أقل من 68 كيلوجول / د تحدث ظاهرة التنفس.

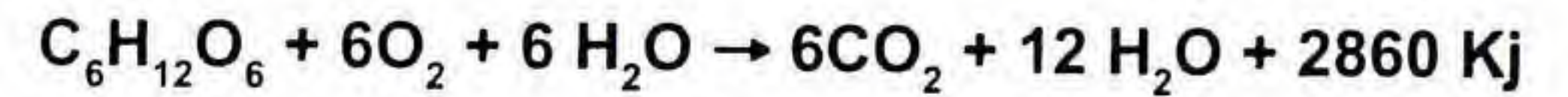
التعليل : وجود آثار قليلة فقط من حمض اللبن.

- عندما يكون الجهد المبذول 68 كيلوجول / د فما فوق، تحدث ظاهرتي التنفس والتخمر.

التعليل : تزايد كمية حمض اللبن بزيادة الجهد.

\* التعبير عن الظاهرتين بمعادلتين :

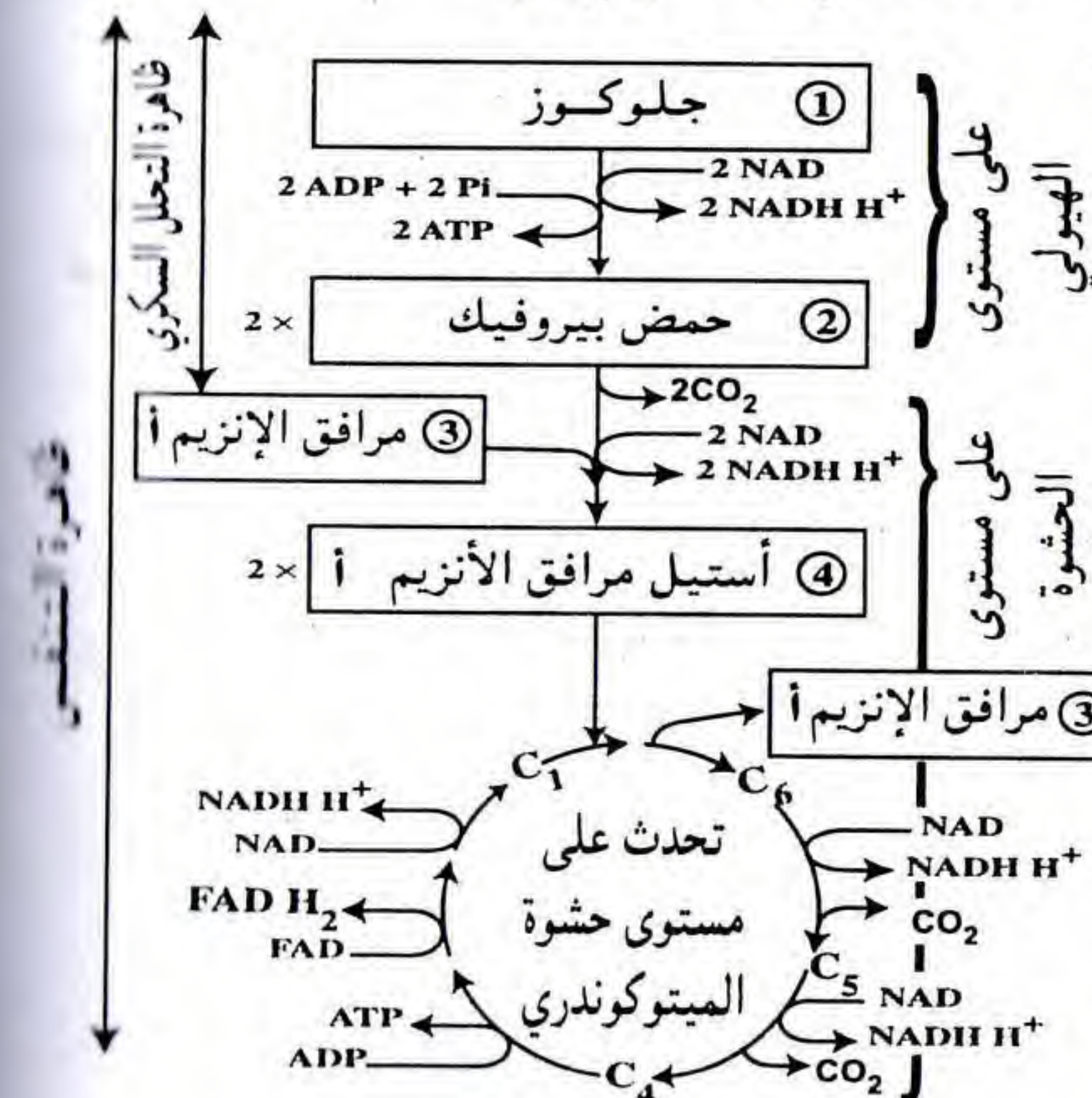
- معادلة التنفس :



- معادلة التخمر :



3. أ. اتمام المخطط :



ب. تحديد موقع الظاهرتين : لاحظ الرسم.

3. أ. تفسير النتائج المحصل عليها :

\* المرحلة 1 : عدم تشكل الـ ATP يفسر بغياب الطاقة لعدم وجود تدرج في تركيز  $H^+$  بين الوسطين أ و ب.

\* المرحلة 2 : تشكل الـ ATP دليل على توفر الطاقة ويفسر ذلك بوجود تدرج في تركيز  $H^+$  يسمح بتدفق البروتونات عبر الكريات (ج).

\* المرحلة 3 : عدم تشكل الـ ATP رغم وجود تدرج في التركيز يفسر بوجود مادة مثبطة للنشاط الإنزيمي.

\* المرحلة 4 : عدم تشكل الـ ATP يفسر بغياب الـ  $Pi + ADP$  الضروريان لتشكيل الـ ATP.

\* المرحلة 5 : عدم تشكل الـ ATP يفسر بنفاذية الغشاء للبروتونات فلا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات، فلا تخرج عبر الكريات المذنبية، لذا لا تتوفر الطاقة اللازمة لتكوين الـ ATP.

ب. شروط حدوث الآلية الطاقوية (تركيب الـ ATP) :

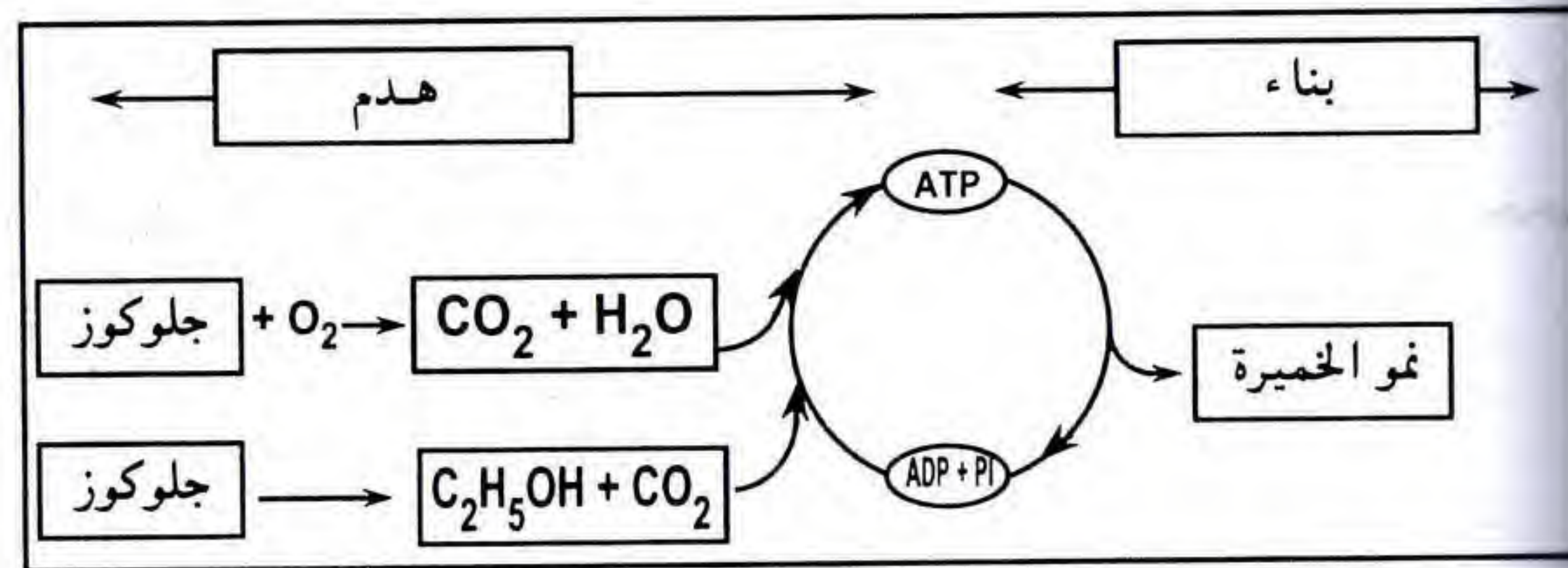
- وجود تدرج في تركيز الـ  $H^+$ .

- توفر الـ  $Pi + ADP$ .

- عدم نفاذية الغشاء للبروتونات.

- وجود نشاط إنزيمي.

1. رسم المخطط بعد إتمامه :



2. أهمية العامل الوسيط (ATP)

- تركيب الجزيئات العضوية.

- الحركات الخلوية المختلفة.



- النقل الغشائي.

ولمواصلة هذه النشاطات يتطلب تجديد دوري للطاقة على شكل ATP.

### إجابة التمرين 50 :

1- 1. الشكل "أ" : ما فوق بنية الميتوكوندري.

الشكل "ب" : جزء تفصيلي لأحد الأعراف (جزء من ما فوق بنية الغشاء الداخلي للميتوكوندري).

الشكل "ج" : رسم تخطيطي للغشاء المضاعف للميتوكوندري (غشاء داخلي وغشاء خارجي).

2. يحاط الميتوكوندري بغلاف يتكون من غشائين بينهما فراغ.

- يرسل الغشاء الداخلي أعرافا عرضية وتوجد عليه كريات مذنبة.

- يشغل الحيز الداخلي للميتوكوندري مادة أساسية (الحشوة).

3. \* بيانات الشكل (ج) :

1 - غشاء خارجي 2 - فراغ بين الغشائين 3 - غشاء داخلي

4 - دسم فوسفوري 5 - بروتين ضمني 6 - كرية مذنبة

\* المقارنة بين 1 و 3 : - يتميز الغشاء الداخلي عن الخارجي بوجود نسبة عالية من البروتينات، إضافة إلى وجود الكريات المذنبة.

\* تفسير أوجه الاختلاف : - الغنى بالبروتينات : الغشاء الداخلي مقر لتفاعلات أنزيمية متعددة.

- الكريات المذنبة : تلعب دور الـ **ATPase** (الأنزيم المركب للـ **ATP**).

II - 1. \* المقارنة : - الشكل 1 : تواجد أعداد كبيرة من الميتوكوندري بحجم كبير وأعراف نامية.

- الشكل 2 : عدد قليل من الميتوكوندري بأعراف ضامرة وحجم صغير.

\* الاستخلاص : الشكل 1 : مأخوذ من الوسط الهوائي (تنفس).

الشكل 2 : مأخوذ من الوسط اللاهوائي (تخمير).

2. تحليل نتائج نمو الخميرة في الوسطين :

- في الوسط 1 : إستهلاك كبير للجلوكوز، يقابله نمو معتبر للخميرة خلال مدة زمنية قصيرة نسبيا.

- في الوسط 2 : إستهلاك ضعيف للجلوكوز، يقابله نمو قليل للخميرة خلال مدة زمنية طويلة نسبيا.

3 - التحليل المقارن للمنحنين 1م ، 2م : يمثل المنحنيان 1م ، 2م تطور نمو الخميرة في الوسطين 1م ، 2م خلال نفس المدة الزمنية، حيث يلاحظ إختلاف في كتلة الخميرة المتشكلة.

- من ز0 - ز1 : نمو الخميرة في الوسطين 1م ، 2م متماثل تقريبا.

- يكون النمو معتبرا في الوسط 1م مقارنة ب : 2م.

- من ز1 - ز2.5 : إستمرار تزايد نمو الخميرة في الوسط 1م يقابله إستقرار في نمو الخميرة في الوسط 2م.

4 - تفسير العلاقة بين نمو الخميرة وبنيتها :

- في الوسط (1م) : نمو معتبر للخميرة يدل على توفر طاقة كبيرة، ويفسر توفر الطاقة بتواجد أعداد كبيرة من الميتوكوندري وبصورة نامية.

- في الوسط (2م) : نمو ضعيف للخميرة يدل على إنتاج كمية قليلة من الطاقة، لقلة الميتوكوندري.

5 - الإستخلاص : تتكيف الخميرة مع الوسط الذي تعيش فيه باستهلاك الجلوكوز لإنتاج الطاقة اللازمة للنمو، حيث :

- في وجود  $O_2$  تقوم بوظيفة التنفس للحصول على الطاقة.

- في غياب  $O_2$  تقوم بوظيفة التخمر للحصول على الطاقة.

### إجابة التمرين 51 :

1. أ. المقر الخلوي ل : التحلل السكري هو الهائلوبلازم.

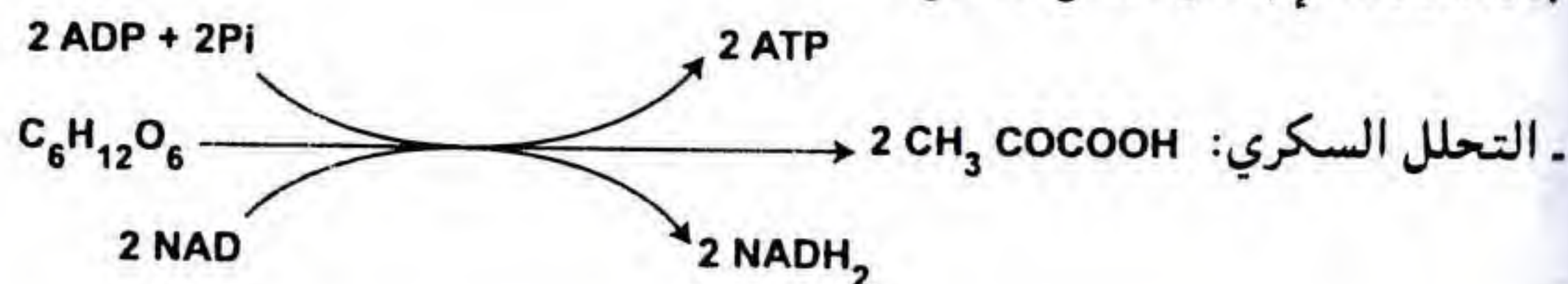
المقر الخلوي ل : حلقة كريبس هو حشوة الميتوكوندري.

المقر الخلوي ل : الفسفرة التأكسدية هو الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

ب. عدد جزيئات الـ **ATP** = 38 جزيئة.

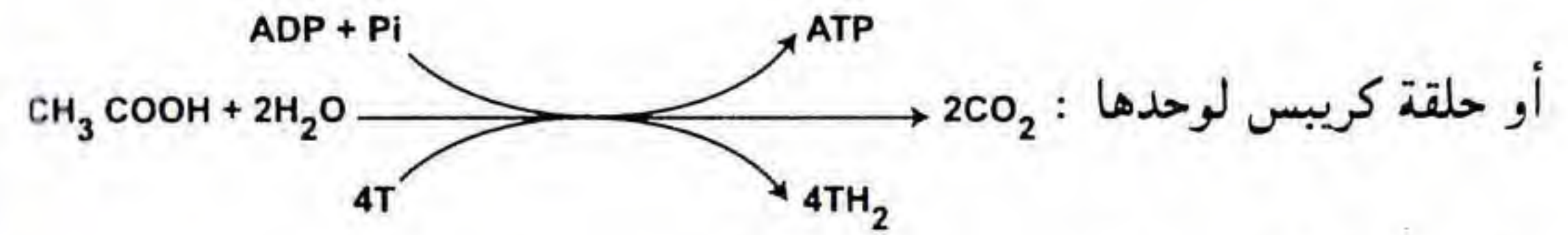
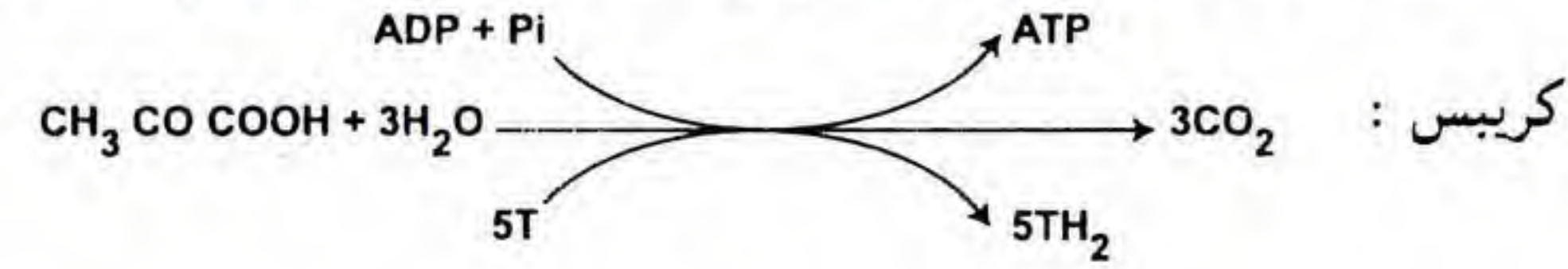
عدد جزيئات الـ  $CO_2$  = 6 جزيئات.

ج. المعادلة الإجمالية لكل تفاعل :

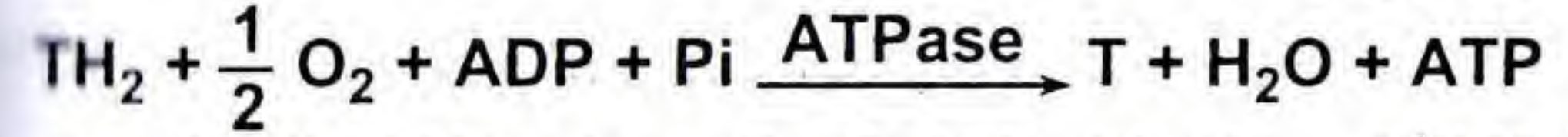




- تحول حمض البيروفيك إلى استيل قرين الإنزيم - أ - والدخول في حلقة



- الفسفرة التأكسدية : سنتاز



2 - في الحالة الأولى : يلاحظ ارتفاع لتركيز البروتونات  $\text{H}^+$  في الوسط مباشرة بعد إضافة الـ  $\text{O}_2$  إلى أن تصل قيمة عظمى ثم ينخفض تدريجياً .

- الحالة الثانية : يلاحظ ارتفاع لتركيز  $\text{H}^+$  في الوسط مباشرة بعد إضافة الـ  $\text{O}_2$  إلى أن تصل إلى قيمة عظمى ثم تنخفض بصورة تدريجية ولكن إضافة FCCP يؤدي إلى انخفاض سريع لهذا التركيز ليعود إلى قيمته الأصلية .

الاستنتاج : يقوم الغشاء الداخلي بنقل سريع للبروتونات عكس تدرج التركيز من الحشوة إلى الحيز الموجود بين الغشائين بتدخل نواقل البروتونات .

- يسمح الغشاء الداخلي بنقل بطيء للبروتونات من الحيز إلى الحشوة رغم الاختلاف الكبير في التركيز . إذن الغشاء الداخلي لا يسمح بدخول البروتونات إلى الحشوة إلا على مستوى الكريات المذبة .

3 - أ - من أهم شروط تركيب الـ ATP هو وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات فلا يتم تشكيل الـ ATP عند إضافة الـ FCCP نظراً لعدم تكوين فرق في تدرج البروتونات وذلك لتشكل الثقوب .

ب - رسم تخطيطي للفسفرة التأكسدية :

(راجع التمرين 46 الوثيقة (1))

### إجابة التمرين 52 :

أ - دور الغشاء : نقل الإلكترونات .

- دور الجزء المنفصل ( $\text{F}_1$ ) من الإنزيم : تركيب ATP .

ب - 1 - تحليل منحني الوثيقة :

- قبل إضافة  $\text{O}_2$  : pH الوسط ثابتة عند القيمة 7 .... ثبات تركيز البروتونات .

- بعد إضافة  $\text{O}_2$  : انخفاض سريع لقيمة pH من 7 إلى 1 .... زيادة في تركيز البروتونات في الوسط ثم العودة التدريجية إلى pH الأصلي (7) .

- بعد إعادة إضافة  $\text{O}_2$  : انخفاض سريع لقيمة pH إلى 1 ثم العودة التدريجية وأثناء العودة ، عند حقن DNP نلاحظ العودة السريعة لقيمة pH إلى (7) .

2 - تأثير كل من  $\text{O}_2$  و DNP :

- إضافة  $\text{O}_2$  : يسبب انخفاض قيمة pH خارج الميتوكوندري ... زيادة في تركيز البروتونات .

- إضافة DNP : يسبب رفع قيمة pH خارج الميتوكوندري ... يدل ذلك على أنها تساهم في تخفيض تركيز  $\text{H}^+$  في الخارج .

3 - التعليل :

- تعليل انخفاض قيمة pH خارج الميتوكوندري ثم عودتها إلى قيمتها الأصلية بنفاذية الغشاء الداخلي وليس الخارجي الذي يتميز بنفاذيته لمعظم الجزيئات الصغيرة .

4 - المقارنة :

- زمن العودة بغياب DNP بطيئة .  
- زمن العودة بوجود DNP سريعة .  
DNP يسرع من دخول  $\text{H}^+$  إلى داخل الميتوكوندري

التفسير :

- DNP يقوم بادخال البروتونات بسرعة من الخارج إلى الداخل .

ج - شروط تركيب ATP :

- وجود فارق في تركيز البروتونات (فرق في قيمة pH) .

- وجود الكرات المذبة (إنزيم ATP Synthetase) .

### إجابة التمرين 53 :

1 - أ - إن الخميرة تستمد الطاقة الضرورية لتكاثرها من تحول السكر إلى الإيثانول فنلاحظ تناقص في نسبة السكر مع تزايد في عدد خلايا الخميرة وكمية الإيثانول .

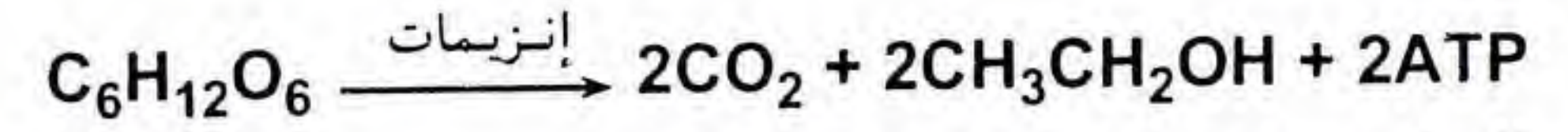
- وعندما تنخفض نسبة السكر فتتخفص كمية الطاقة الناتجة فتتخفص عدد خلايا الخميرة .

2 - تستمد الخميرة الطاقة الضرورية لحياتها في هذه الظروف اللا هوائية بالتخمير الكحولي .

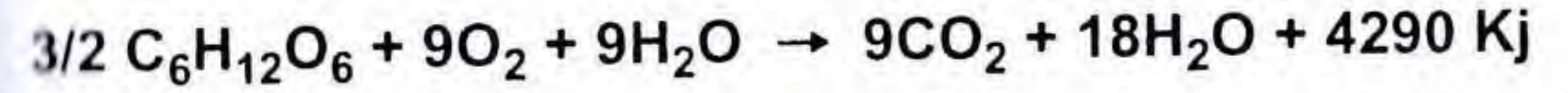


- التعليل : الوسط لا هوائي (غياب الـ  $O_2$ ) وتشكل الإيثانول.

3. المعادلة الإجمالية للتخمير الكحولي :



II. 1. الطاقة الإجمالية الناتجة المتحررة :



1. مول سكر عنب يعطي طاقة 2820 كيلو جول

1.5 مول سكر عنب يعطي  $4290 = 1.5 \times 2820$  كيلو جول

2. الطاقة المتحررة الخاصة بالنشاطات الحيوية للخلية (ATP).

$1681,5 = 29,5 \times (19 + 38)$  كيلو جول.

3. المردود الطاقي التنفسي:  $\%43,3 = 100 \times \frac{38 \times 29,5}{2820}$

### إجابة التمرين 54 :

(I. 1) البيانات :

1. جدار سليلوزي.

2. نواة.

3. شبكة هـ.

4. فجوة عصارية.

5. غشاء خارجي للميتوكوندري.

س - ميتوكوندري.

6. غشاء داخلي للميتوكوندري.

7. مادة أساسية.

8. عرف.

9. ريبوزوم.

10. ADN.

ع - هيولي أساسية.

(2) التحليل المقارن لشكلي الوثيقة (1) :

♦ على مستوى الخلايا (أ)، الموضوع في الوسط الهوائي يلاحظ تواجد ميتوكوندريات نامية وأعراف متطورة وعديدة.

♦ على مستويات الخلايا (ب)، الموضوع في الوسط اللاهوائي يلاحظ تواجد عدد قليل من الميتوكوندريات الغير نامية ذات أعراف غير متطورة.

(3) تفسير تلون العضية (س)، في الوثيقة (1) :

- يدل تلون الميتوكوندري باللون الأخضر في الخلية (أ) على تواجد أخضر جانوس في هذا المستوى وفي حالة مؤكسدة.

- عدم ملاحظة اللون الأخضر على مستوى الميتوكوندري في الخلية (ب) يعود إلى عدم أكسدته.

(4) العلاقة بين إجابة السؤالين 2، 3 :

- في الوسط الهوائي : تكون الميتوكوندريات متطورة، وتتم على مستواها تفاعلات الأكسدة الخلوية.

- في الوسط اللاهوائي : تكون الميتوكوندريات غير متطورة، ولا تتم على مستواها تفاعلات الأكسدة الخلوية.

(II) 1. تحليل النتائج :

- في الوسط الهوائي : استهلاك كلي للسكر من طرف الخميرة، في مدة زمنية قصيرة (9 أيام، وتشكل كتلة كبيرة من الخميرة.

- في الوسط اللاهوائي : استهلاك ضعيف للسكر من طرف الخميرة، في فترة زمنية طويلة (3 أشهر)، وتشكل كتلة قليلة من الخميرة.

2. العلاقة بين كتلة الخميرة وكمية السكر المستهلكة :

- زيادة كتلة الخميرة في الوسط تدل على تكاثر خلايا الخميرة وهو نشاط خلوي مستهلك للطاقة (ATP).

- واستهلاك كميات معينة من السكر هو نشاط منتج للطاقة (ATP).

- لذا فكميات الـ ATP الناتجة من استهلاك السكر تستغل في تكاثر الخلايا، وبالتالي زيادة كمية الخميرة في الوسط.

3. المعلومات المستخلصة والمكملة للإجابة في الفرع I - 4 :

- يتم تشكيل كميات معتبرة من الطاقة (ATP) باستهلاك كميات كبيرة من السكر عند خلايا الخميرة في الوسط الهوائي بحدوث الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري والذي يكون متطورا.

- يتم تشكيل كميات قليلة من الطاقة (ATP) باستهلاك كميات قليلة من السكر، عند خلايا الخميرة في الوسط اللاهوائي، لذا تكون كتلة الخميرة المتشكلة قليلة بسبب عدم حدوث الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري الذي يكون غير متطور.

### إجابة التمرين 55 :

1. قبل (ز1) اضافة الغلوكوز نلاحظ ثبات تقريباً في تركيز الـ  $O_2$  في الوسط.

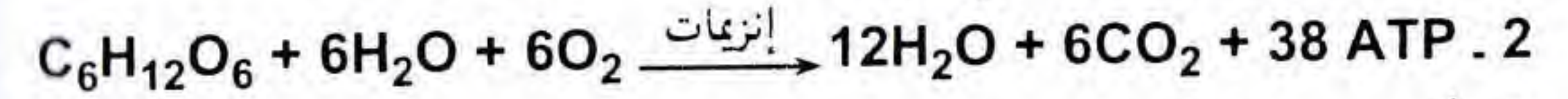
- بعد (ز1) اضافة الغلوكوز نلاحظ انخفاض في تركيز الـ  $O_2$  في الوسط.



التفسير :

قبل (ز1) (عدم إضافة الغلوكوز) انعدام مادة الأيض (الغلوكوز) فانعدام التفاعلات التنفسية رغم وجود الـ  $O_2$  حيث لا يستهلك هذا الأخير.

بعد إضافة الغلوكوز (ز1) توفرت مادة الأيض وبوجود الـ  $O_2$  تنطلق التفاعلات التنفسية فينقص تركيز الـ  $O_2$  في الوسط.



3 - أ - رسم تخطيطي للميتوكوندري مع البيانات راجع التمارين السابقة.

ب - ز0 - ز1 : يبقى تركيز الـ  $O_2$  ثابتا في الوسط قبل وبعد إضافة الغلوكوز مما يدل على عدم استهلاكه من قبل الميتوكوندري ← عدم عمل الميتوكوندري.

بعد إضافة البيروفات في ز2 : نلاحظ تناقص معتبر لكمية الـ  $O_2$  في الوسط دلالة على استهلاكه من قبل الميتوكوندري ← الميتوكوندري تعمل.

الاستنتاج : - لا تستطيع الميتوكوندري استخدام الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية ولكنها قادرة على استعمال البيروفات.

- لا بد إذا من تحويل الغلوكوز إلى البيروفات قبل استخدامها من قبل الميتوكوندري أو لتمكن الميتوكوندري من استخدامها.

4 - أ - إن الاختلاف في البنية يدل على الاختلاف في الوظيفة فارتفاع نسبة البروتينات في الغشاء الداخلي دلالة على أن نشاط هذا الغشاء أكبر من نشاط الغشاء الخارجي.

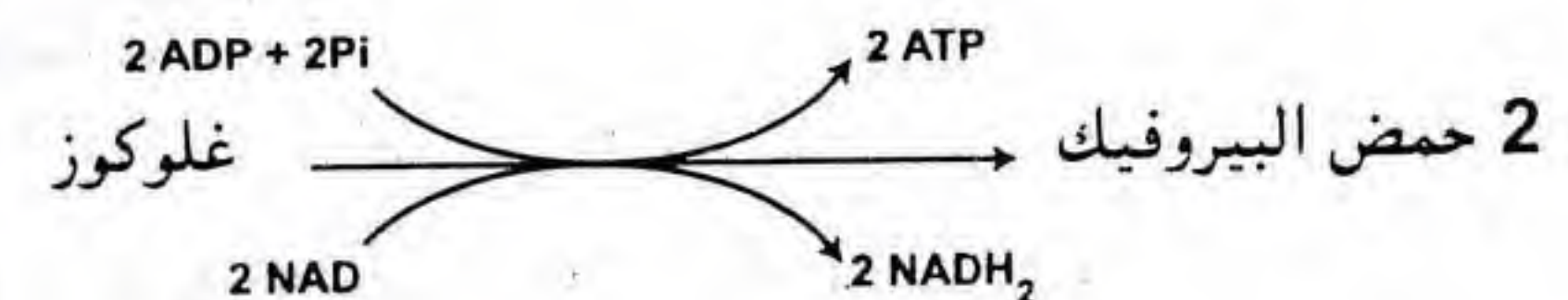
ب - نعم

- غياب الغلوكوز في الحشوة دلالة على أنه ليس مادة أيضية مباشرة للميتوكوندري.

- وجود حمض البيروفيك في الحشوة يدل على أنه المادة الأيضية المستهلكة من قبل الميتوكوندري.

- وجود الغلوكوز وحمض البيروفيك في الهايلوبلازم دلالة على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك فيها قبل استعماله من قبل الميتوكوندري.

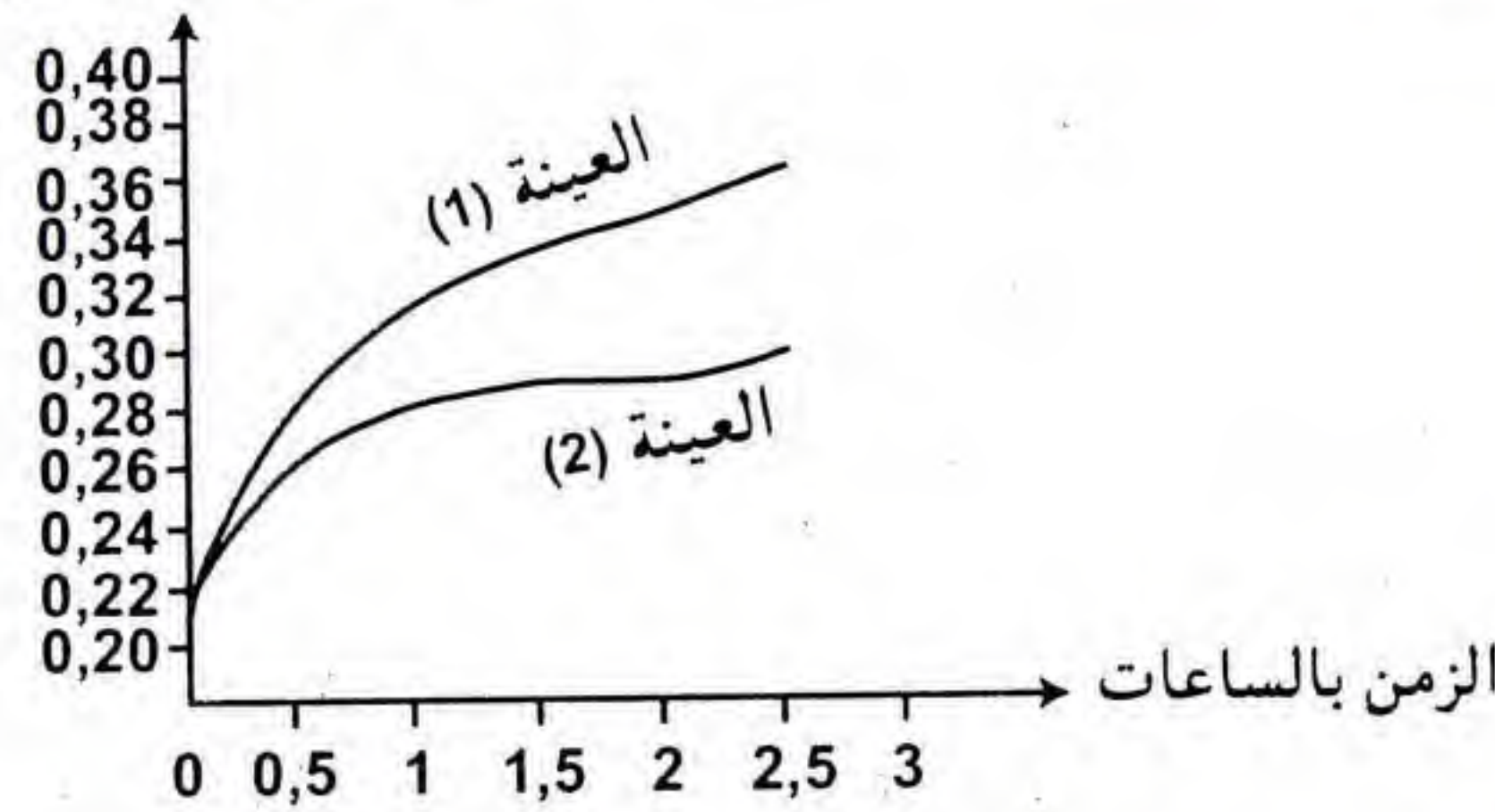
ج -



يطلق على هذه التفاعلات بالتحلل السكري

5 - أ -

كتلة الخميرة بع



ب - الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 1 ← التنفس الهوائي

ظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 2 ← التخمر الكحولي

ج - في العينة 1 أي التنفس الهوائي ← التفكك تام ← الطاقة الناتجة كبيرة زيادة معتبرة في كتلة الخميرة.

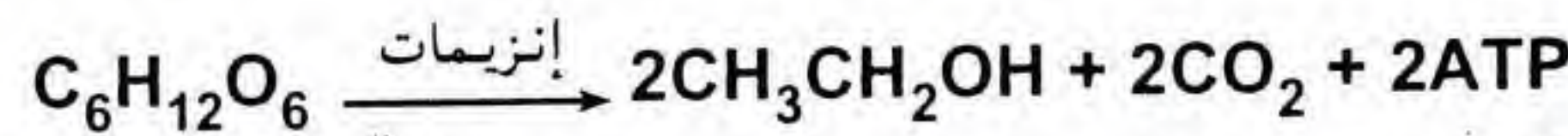
في العينة 2 أي التخمر ← التفكك جزئي ← الطاقة الناتجة ضعيفة (جزئية) زيادة طفيفة في كتلة الخميرة.

### إجابة التمرين 56 :

1 - مصدر كل من  $CO_2$  والايثانول هو الغلوكوز

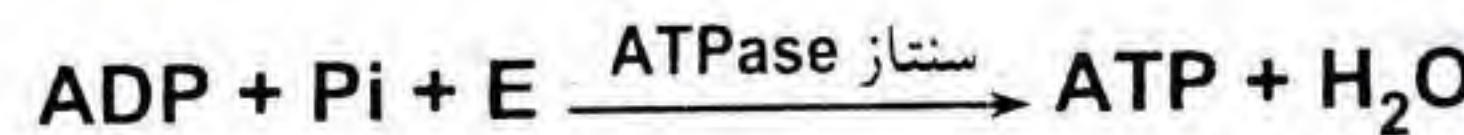
اسم الظاهرة : التخمر الكحولي

2 -



3 - يحتوي السائل على كل العناصر التي توفر شروط حدوث الظاهرة مثل : الإنزيمات،  $ATP$ ،  $ADP$ ،  $Pi$  ...

4 - أ - ترتبط  $Pi$  بالـ  $ADP$  بوجود طاقة وتشكل الـ  $ATP$ .



ب - مصدر  $H_3PO_4$  ( $Pi$ ) هو إمالة الـ  $ATP$ .



\* التفسير : خلال عملية التحلل السكري، تتم عملية فسفرة الجلوكوز إلى فركتوز ثنائي الفوسفات بإمالة 2 ATP لكل جزيئة جلوكوز، وهو ما يفسر تناقص ATP من جهة وتزايد فركتوز ثنائي الفوسفات من جهة أخرى.

- بعد ذلك (7 دقائق)، يتحلل فركتوز ثنائي الفوسفات إلى حمض البيروفيك وتتم فسفرة 4 ADP إلى 4 ATP وهو ما يبين تزايد ATP وتناقص فركتوز ثنائي الفوسفات.

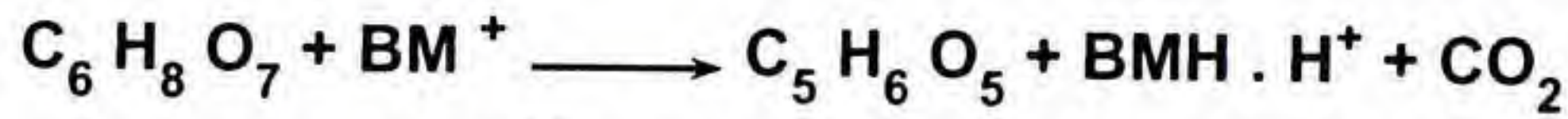
2 - إسم العملية : التحلل السكري.

3 - أ - تفسير النتائج :

\* إن حمض الليمون  $[C_6H_8O_7]$  فقد جزيئة  $CO_2$  و  $[2H]$  إلحقها أزرق الميثيلين مما أدى إلى إرجاعه وبالتالي زوال لونه، ونتيجة لذلك تم تشكيل حمض السيتوغلوتاريك  $[C_5H_6O_5]$ .

\* اسم العملية : أكسدة حمض الليمون إلى حمض السيتوغلوتاريك.

ب - المعادلة :



ج - دورة حمض الليمون "كريبس" (راجع التمرين 42)

د - فائدة الدورة السابقة بالنسبة للخلية : تحويل معظم الطاقة إلى كل من  $NADH_2$  و  $FADH_2$  وجزئيا في ال ATP.

### إجابة التمرين 58 :

أ - تفسير النتائج الملاحظة عند  $Z_0$  ،  $Z_1$  :

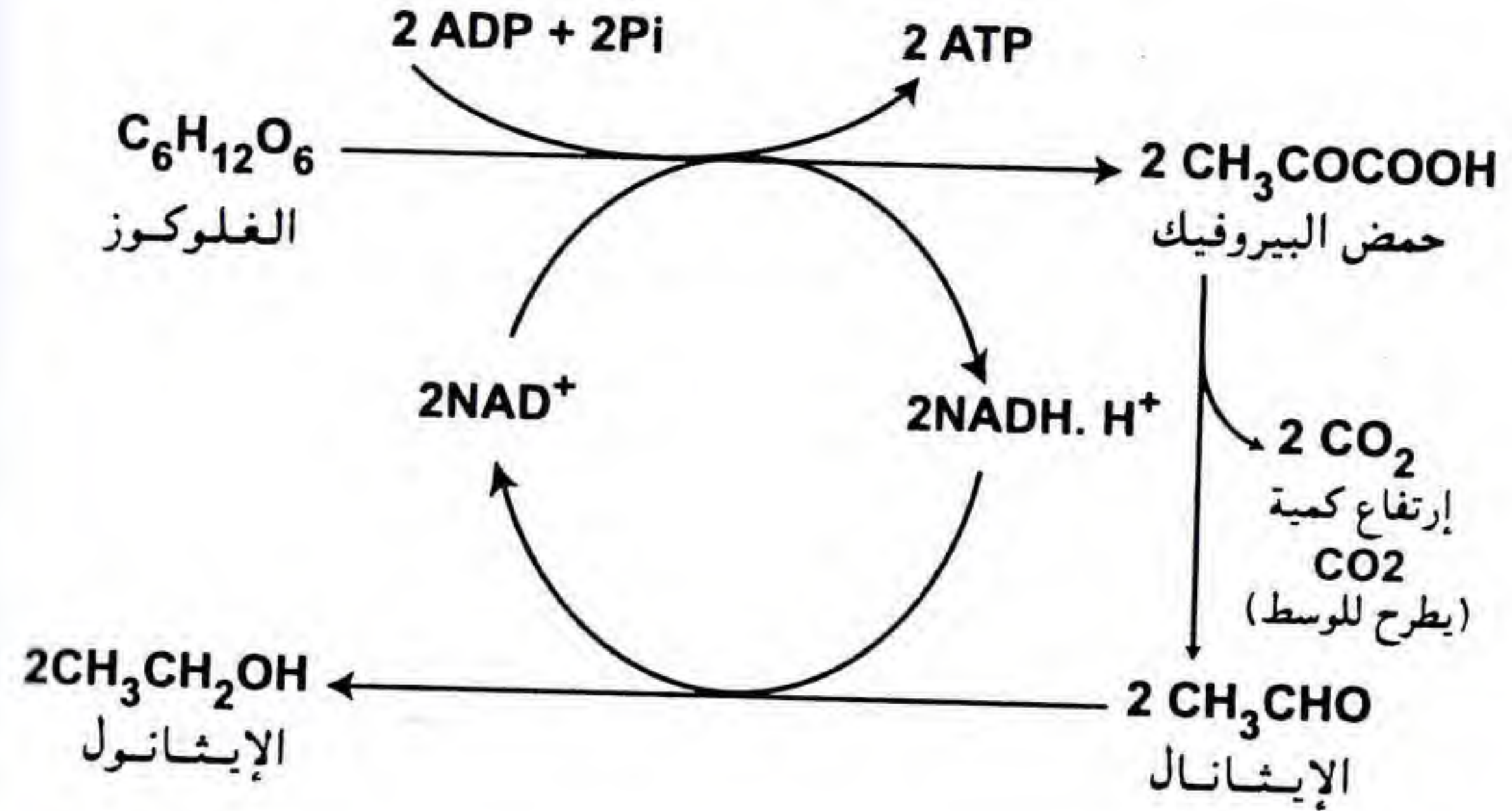
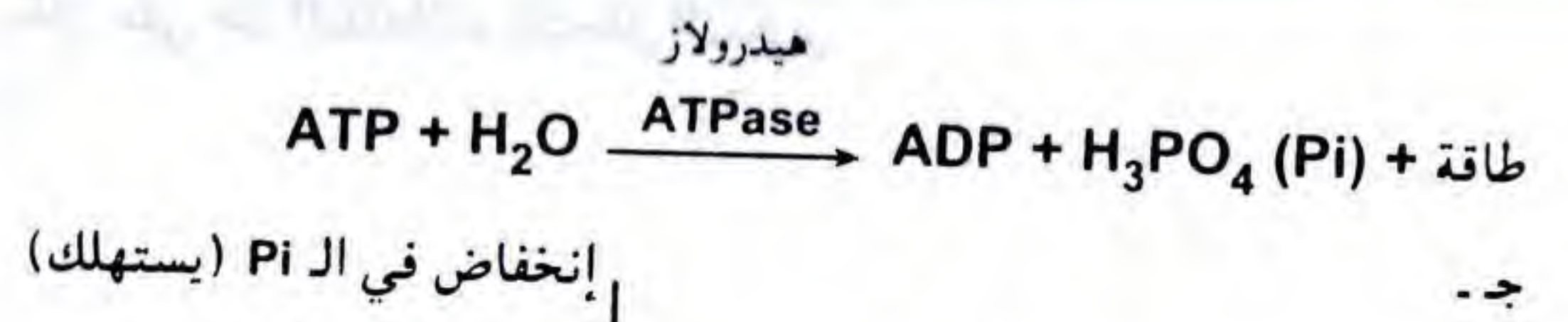
عند  $Z_0$  : تواجد الإشعاع في الوسط الخارجي، في كل من الوسط الهوائي واللاهوائي، يدل على وجود الجلوكوز المشع في هذا الوسط.

عند  $Z_1$  : ظهور الإشعاع على مستوى الهولي الأساسية (العنصر ع)، يدل على نفوذ الجلوكوز إلى الهولي الأساسية للخميرة في كل من الوسط الهوائي واللاهوائي، حيث يتم هدمه جزئيا وفقا لتفاعلات التحلل السكري لإنتاج الطاقة.

ب - ب 1 : - تحليل منحنى الوثيقة 2 :

قبل إضافة حمض البيروفيك :

غياب الجلوكوز ( $Z_0$ ) أو وجوده ( $Z_1$ ) استهلاك ضعيف جدا للأكسجين.



### إجابة التمرين 57 :

1- تحليل وتفسير المنحنى.

\* التحليل : يمثل المنحنى تطور كمية سكر الفواكه ثنائي الفوسفات وال ATP بدلالة الزمن.

منحنى ال ATP :

3 - 0 د : تناقص في كمية ال ATP إلى القيمة 5- وحدة اعتبارية.

3 - 8 د : تزداد كمية ال ATP من القيمة 5- إلى القيمة 5+ وحدة اعتبارية.

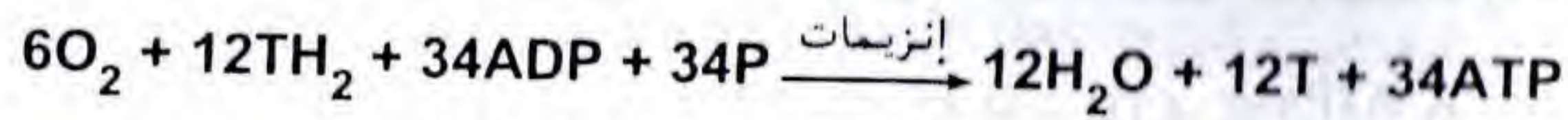
منحنى فركتوز ثنائي الفوسفات :

0 - 7 د : زيادة في كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات بمرور الزمن حتى تصل إلى القيمة 20 وحدة اعتبارية.

7 - 10 د : تناقص في كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات حتى تصل إلى القيمة 7 وحدة اعتبارية.

بعد د 10 ثبات كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات.





ج - الكمية المستهلكة من جزيئات الجلوكوز في الوسط الهوائي:

$$1159Kj = KJ \ 30,5 \times 38ATP = 38ATP \text{ إنتاج الوسط الهوائي:}$$

$$\text{عدد جزيئات الجلوكوز} = \frac{5795}{1159} = 5 \text{ جزيئات.}$$

- عدد جزيئات الجلوكوز المستهلكة في الوسط اللاهوائي:

$$61 KJ = 30,5 \times 2ATP = 2ATP \text{ إنتاج الوسط اللاهوائي:}$$

$$\text{عدد جزيئات الجلوكوز} = \frac{5795}{61} = 95 \text{ جزيئة.}$$

د - الرسم ، راجع التمرين (46).

### إجابة التمرين 59 :

1 - أ - المقارنة :

\* ن سجل في الحالتين زيادة تركيز  $CO_2$  دلالة على طرحه من طرف الخميرة، وأن هذه الزيادة في الحالة (أ) أكثر مما هي في الحالة (ب). حيث في الحالة (أ) في الدقيقة 16 تقابل 300 وحدة، بينما في الحالة (ب) في نفس المدة تقابل 160 وحدة.

\* في حالة السلالة (أ) : تناقص كمية الـ  $O_2$  في الوعاء دليل على استهلاكه من طرف الخميرة.

\* في حالة السلالة (ب) : ثبات كمية  $O_2$  في الوعاء دليل على عدم امتصاصه من طرف الخميرة.

ب - استنتاج نمط حياتهما :

- السلالة (أ) : نمط حياة هوائي.

- السلالة (ب) : نمط حياة لا هوائي.

2 - أ - تتأكسد نواقل الهيدروجين  $RH_2$  بواسطة أنزيمات موجودة في الغشاء الداخلي ولا تتواجد على الغشاء الخارجي. فعند نزع الهيدروجين يحدث إنتقال البروتونات المتجمعة في الحيز الموجود بين الغشائين عبر الكرات المذبذبة تسمح بتشكيل  $ATP$ .

الاستنتاج : مقر التفاعلات الكيميائية لأكسدة المركبات المرجعة وإنتاج الـ  $ATP$  هو الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

بعد إضافة حمض البيروفيك :

زيادة معتبرة في امتصاص  $O_2$  الوسط (استهلاك كبير للأكسجين).

الاستنتاج :-

الميتوكوندري لا تستعمل الجلوكوز مباشرة كمادة أيضية، بل تستعمل حمض البيروفيك كمادة أيضية.

ب2 : تفسير النتائج عند ز2 :

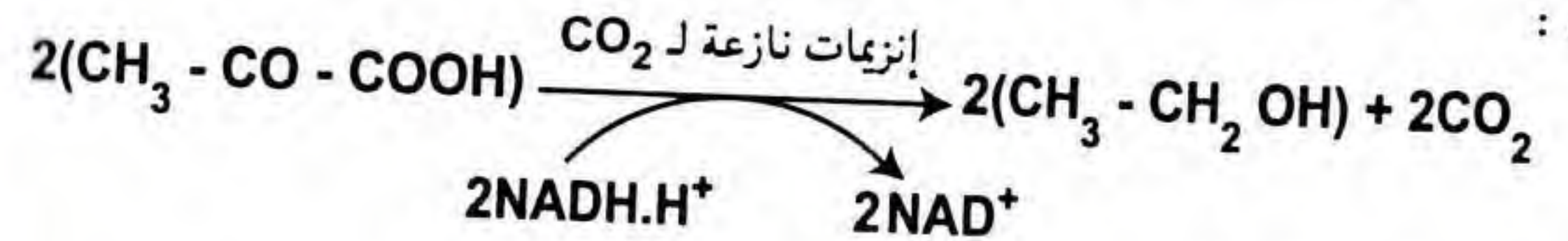
في الوسط اللاهوائي : بقاء الإشعاع عند (ز2) على مستوى العنصر "ع" أي الهيولي الأساسية، أي استمرار هدم نواتج التحلل السكري (حمض البيروفيك) إلى كحول إيثيلي  $CO_2$  ، وذلك في غياب الأكسجين.

في الوسط الهوائي : انتقال الإشعاع إلى المادة الأساسية للميتوكوندري، يدل على أن الجلوكوز يستمر هدمه في الميتوكوندري، بعد تحوله في الهيولي الأساسية إلى حمض البيروفيك، وذلك وفقا لتفاعلات الأكسدة الخلوية.

ب3 : مصير النواتج الظاهرة في الخلية عند (ز2) من الوثيقة 2

في الوسط اللاهوائي :

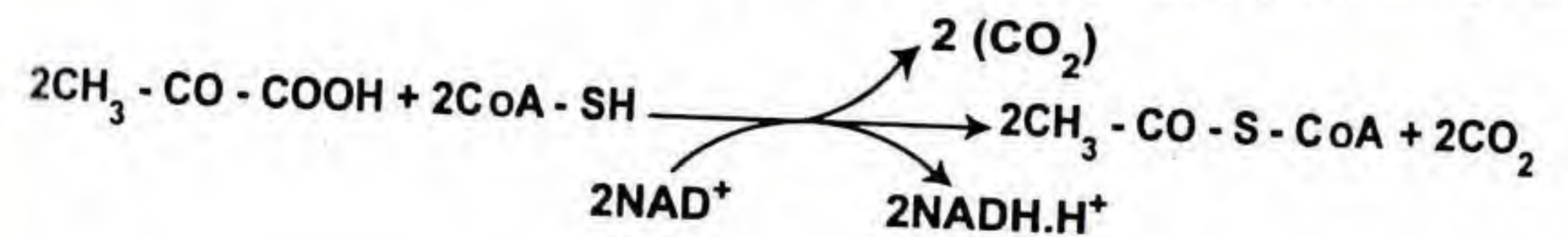
تحول حمض البيروفيك إلى إيثانول و  $CO_2$ ، في الهيولي الأساسية في غياب  $O_2$ ، وذلك :



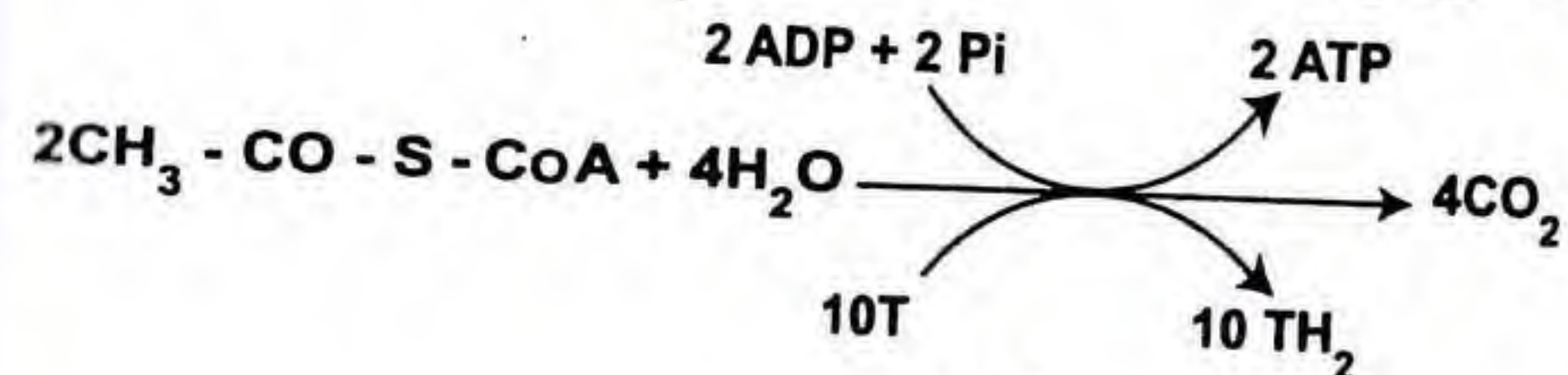
في الوسط الهوائي :

بوجود الأكسجين، يدخل حمض البيروفيك إلى المادة الأساسية للميتوكوندري، ويستمر هدمه (أكسدة خلوية) وفق التفاعلات التالية :

- تحول حمض البيروفيك إلى استيل قرين الأنزيم أ



- الدخول في حلقة كريبس.





ب. التفاعل الذي يؤدي إلى أكسدة النواقل :  $RH_2 \xrightarrow{\text{إنزيم}} R + 2H^+ + 2e^-$

التفاعل الذي يؤدي إلى الفسفرة التأكسدية :  $ADP + P \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$   
ج. الرسم التخطيطي (راجع التمرين 46)

3. أ. المقارنة :

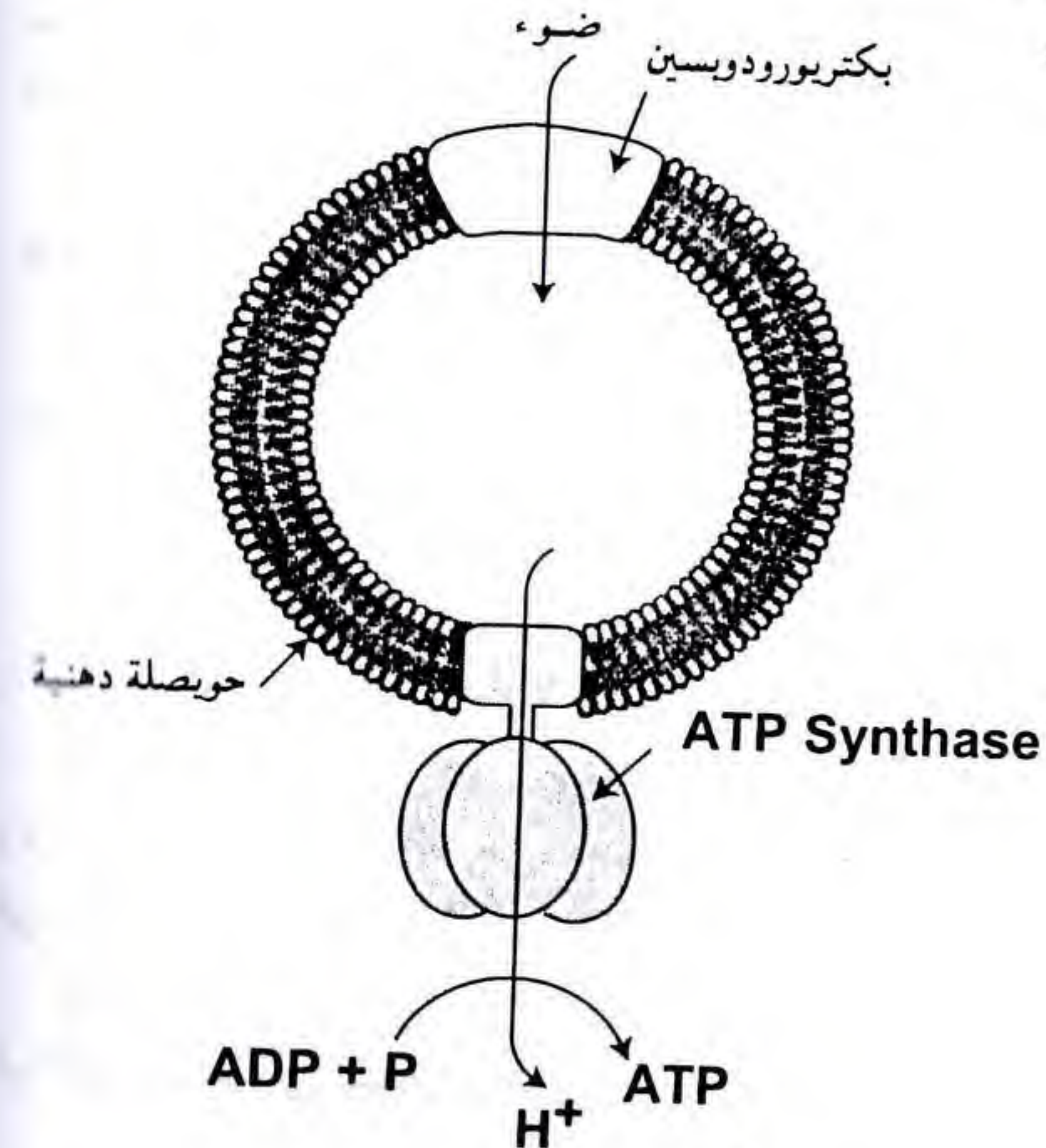
- ظهور مستعمرات السلالة (أ) بحجم أكبر من مستعمرات السلالة (ب) هذا يعني أن نمو وتكاثر السلالة (أ) أكبر من نمو وتكاثر السلالة (ب).

ب. تحليل النتائج :

- النمو والتكاثر السريع لمستعمرات السلالة (أ) راجع لاستعمالها للأكسجين في أكسدة المركبات المرجعة بشكل كلي وبالتالي إنتاج كمية كبيرة من الـ ATP (طاقة حيوية) التي سمحت بتكاثر هذه السلالة. في حين النمو البطيء للسلالة (ب) راجع إلى الأكسدة الجزئية للمركبات المرجعة وبالتالي إنتاج كمية قليلة من الـ ATP التي أدت إلى تكاثرها ببطء.  
4. الحصيلة الطاقوية : (راجع التمرين 35 أو 48 أو 61).

إجابة التمرين 60 :

1. الرسم التخطيطي :



2. دور البروتين هو : العمل كمضخة لادخال البروتونات عكس تدرج التركيز لحدوث فرق في تركيزها. وهذا الادخال يتطلب طاقة تستمد في هذه الحالة من الضوء. أي أن البروتين هو مضخة لبروتونات تعمل بالطاقة الضوئية.

3. نعم حيث تركيب الـ ATP تم بواسطة إنزيم ATPsynthase إنطلاقاً من ADP و Pi حيث يقوم الإنزيم بتشكيل رابطة كيميائية بين ADP و Pi باستعمال طاقة تستمد من حركة البروتونات عبر هذا الإنزيم حسب تدرج التركيز (نظرية ميتشل).

4. إن توفر الـ O<sub>2</sub> في التنفس كان لغرض استقبال الإلكترونات القادمة من المرافقات الانزيمية وانتقالها عبر السلسلة التنفسية. هذا الانتقال يتسبب في إحداث زيادة في تركيز البروتونات H<sup>+</sup> الذي يستعمل لتركيب الـ ATP. إحداث فرق التركيز في التجربة تم بدون الحاجة إلى الـ O<sub>2</sub> لذلك لا يتطلب إنتاج الـ ATP توفر الـ O<sub>2</sub>.

5. لا تشبه هذه العملية التخمر بل تشبه التنفس في كيفية إنتاج الطاقة القابلة للاستعمال (ATP) لأن التخمر لا يتطلب استعمال إنزيم ATP synthase لإنتاج الـ ATP ولا يتطلب تكوين فرق في تركيز البروتونات.

لذلك فإن هذه العملية تشبه أكثر إنتاج الطاقة القابلة للاستعمال ATP في التنفس.

إجابة التمرين 61 :

أ. 1. المقارنة : في الوسط 1

الوسط	1	2
عدد خلايا الخميرة المتشكلة	زيادة معتبرة في العدد	زيادة ضعيفة في العدد
كمية الطاقة الناتجة على شكل ATP	كمية أكبر بـ 19 مرة (38 جزيئة ATP)	قليلة (2ATP)

2. التفسير : في الوسط (1) التفكك تام ← الطاقة الناتجة كبيرة ← زيادة معتبرة في عدد خلايا الخميرة (التكاثر نشيط)

في الوسط (2) التفكك جزئي ← الطاقة الناتجة ضعيفة ← زيادة طفيفة في عدد خلايا الخميرة (التكاثر ضعيف).



ب. 1 - العضية «م» هي الميتوكوندري - الرسم : (راجع التمرين 37).

2 - في خلية الشكل (1) وجود عدد كبير من الميتوكوندري النامية.

في خلية الشكل (2) وجود عدد قليل من الميتوكوندري الضامرة.

3 - هذا الاختلاف يعود إلى طبيعة الوسط الذي تعيش فيه الخميرة. هل هو هوائي أم لا هوائي.

4 - خلية الشكل (1) من الوسط الهوائي (1).

خلية الشكل (2) من الوسط اللاهوائي (2).

ج. 1 - تحليل المنحنى :

- قبل وبعد حقن الغلوكوز : كمية ال  $O_2$  في الوسط ثابتة دلالة على عدم استهلاكه من قبل الميتوكوندري ← لا تعمل الميتوكوندري.

- بعد حقن حمض البيروفيك : تناقص معتبر لكمية ال  $O_2$  في الوسط دلالة على استهلاكه من قبل الميتوكوندري ← تعمل الميتوكوندري.

2 - الميتوكوندري غير قادرة على استعمال الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية.

الميتوكوندري قادرة على استعمال حمض البيروفيك كمادة أيضية.

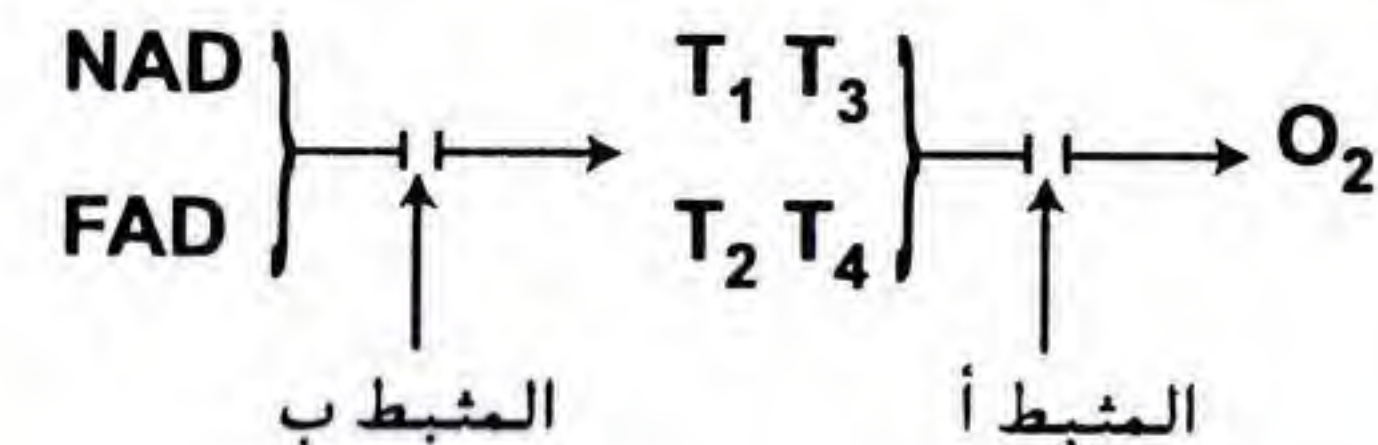
### إجابة التمرين 62 :

أ - مصدر هذه الالكترونات هي أكسدة النواقل المرجعة ال  $NADH_2$  و ال  $FADH_2$  كما يلي :  $TH_2 \longrightarrow T + 2H^+ + 2e^-$

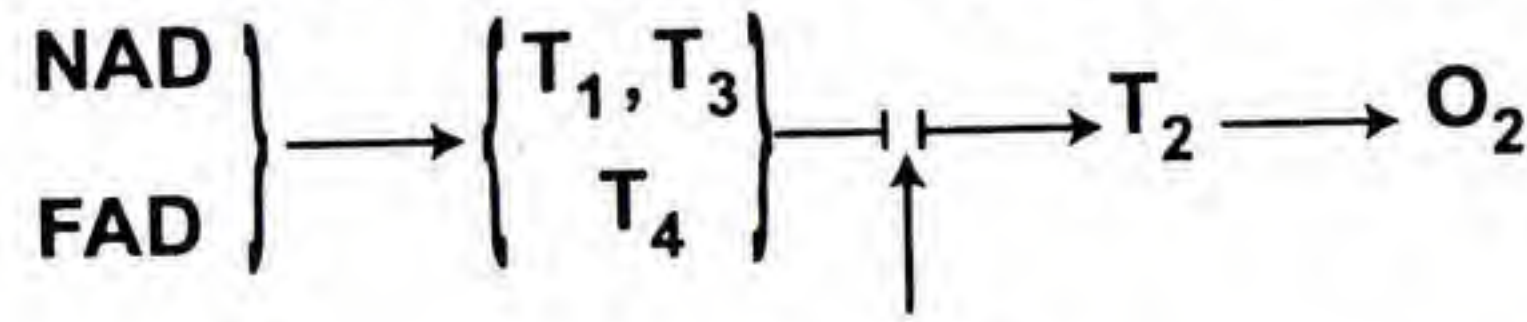
ب. 1 - إن  $T_n$  و  $T_{n-1}$  يكون في حالة ارجاع لأنه يكتسب الالكترونات وغير قادر على فقدها. أما  $T_{n+1}$  فيكون في حالة أكسدة لأنه يفقد الالكترونات وغير قادر على إرجاعها.

2. a - بما أن كل النواقل في حالة ارجاع (-) إذا منع هذا المثبط (أ) انتقال الالكترونات من آخر ناقل إلى ال  $O_2$  لأن الأكسجين هو المستقبل الأخير للالكترونات.

b - عند استخدام المثبط (ب) نلاحظ كل النواقل في حالة أكسدة (+) ما عدا ال  $NAD$  وال  $FAD$  في حالة ارجاع (-)، إذا  $NAD$  و  $FAD$  يقعان قبل تأثير المثبط والباقي بعد تأثير المثبط.



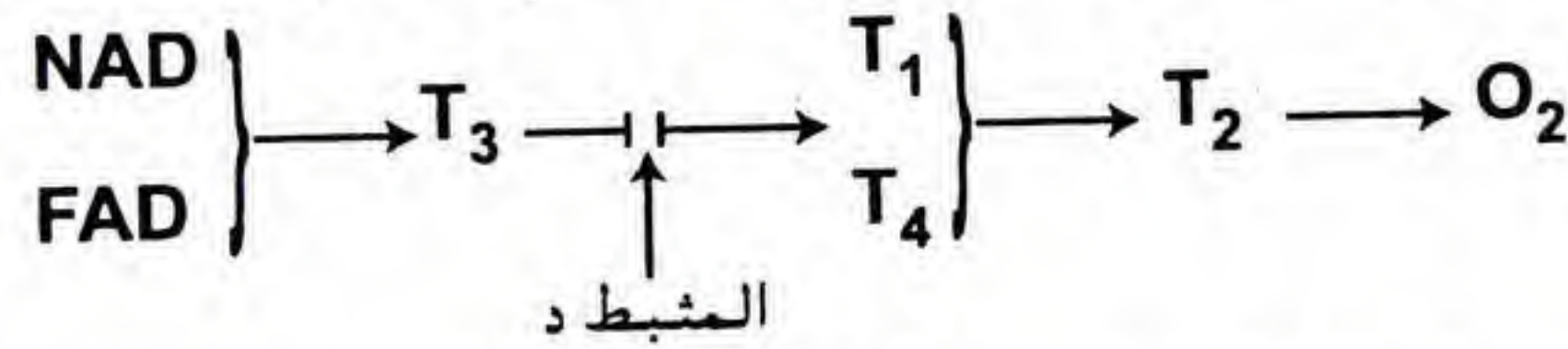
- عند استخدام المثبط (ج) نلاحظ كل النواقل في حالة ارجاع (-) ما عدا  $T_2$  فإنه في حالة أكسدة (+) إذا إنه آخر ناقل في الغشاء ويقع قبل ال  $O_2$ .



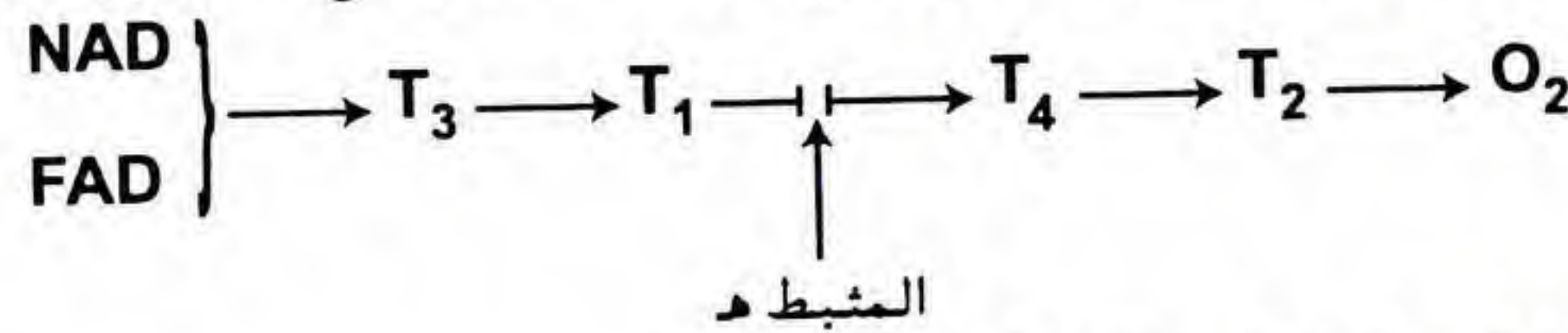
المثبط ج

- عند استخدام المثبط (د) فإن  $T_1$  و  $T_2$  و  $T_4$  تكون في حالة أكسدة (+) تقع بعد

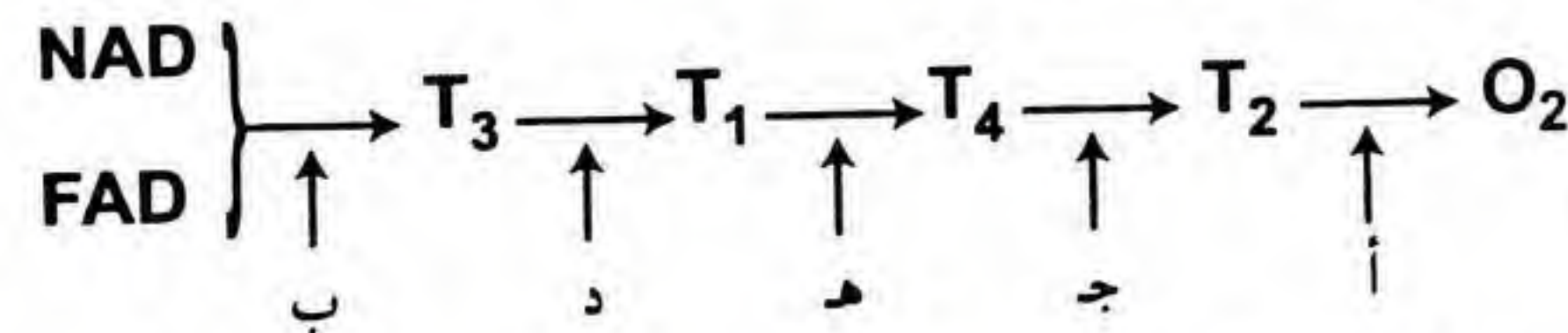
تأثير المثبط (د) أما  $T_3$  و  $NAD$  و  $FAD$  في حالة ارجاع (-) تقع قبل تأثير المثبط (د).



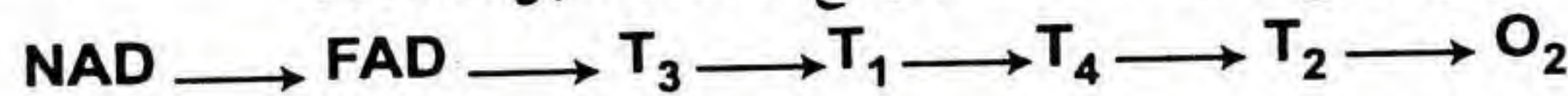
- عند استخدام المثبط (هـ) فإن  $NAD$  ،  $FAD$  ،  $T_1$  و  $T_3$  في حالة ارجاع (-) تقع قبل تأثير المثبط والنواقل الأخرى في حالة أكسدة (+) تقع بعد تأثير المثبط.



إذا ترتيب تدخل النواقل كما يلي :



c - إن حركة الالكترونات في السلسلة التنفسية تلقائي من كمون أكسدة وارجاع منخفض إلى مرتفع محررة طاقة لذا يتوضع ال  $NAD$  قبل ال  $FAD$



3. a - المثبط (أ) هو الذي لعب دور السيانونور.

- عند استخدام السيانونور تتوقف حركة الالكترونات.

- غياب حركة الالكترونات لا يتولد فرق في تدرج تركيز البروتونات فلا يتشكل ال  $ATP$

b - عند استخدام الدنتروفيبول : هناك حركة للالكترونات ولكن لا يتشكل ال  $ATP$  لأنه لا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات.



- أما عند إستخدام الأوليغوميسين: هناك حركة للإلكترونات ولكن لايتشكل ATP رغم تشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات وذلك لغياب انزيم الـ ATPase سنتاز (الكريات المذنبه).

c - شروط تشكل الـ ATP:

- وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.
- وجود الكريات المذنبه (ATPase) وسلامة الغشاء.

### إجابة التمرين 63 :

1.1 - استعمل البكتيريا كمقياس حيوي (جهاز) لمعرفة تركيز الـ  $O_2$  وبالتالي تحديد شدة التركيب الضوئي.



- فالعلاقة بين عدد البكتيريا وكمية الـ  $O_2$  المنطلقة (شدة التركيب الضوئي) طردية.

2 - التحليل : تجمع عدد كبير من البكتيريا في كل من منطقة :

- الإشعاعات الحمراء.
- الإشعاعات البنفسجية.
- الإشعاعات الزرقاء.

الاستنتاج : الأشعة الفعالة في عملية التركيب الضوئي هي الواقعة في المجال :

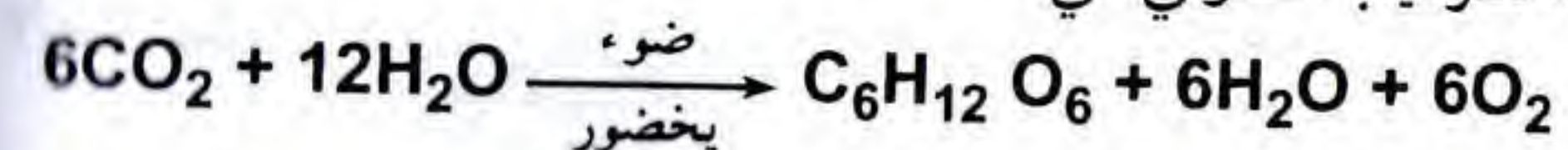
- البنفسجي، الأزرق والأحمر.

3 - نعم تتفق مع معارفي المكتسبة.

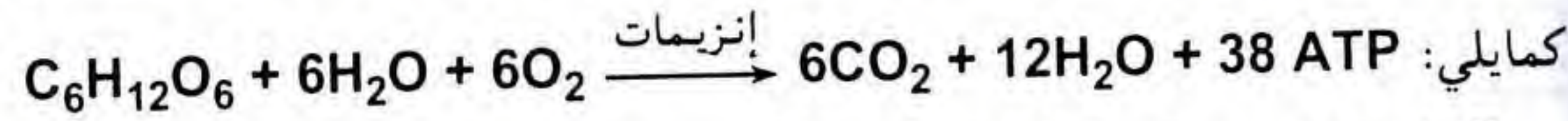
حيث نلاحظ أن الإشعاعات الأكثر أهمية (فعالية) في عملية التركيب الضوئي هي الإشعاعات الطرفية.

4 - المعادلة الإجمالية :

- الظاهرة البيولوجية التي تقوم بها الأشنه هي التركيب الضوئي إضافة إلى التنفس والمعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي هي:



- الظاهرة البيولوجية التي تقوم بها البكتريا هي التنفس ومعادلتها الاجمالية



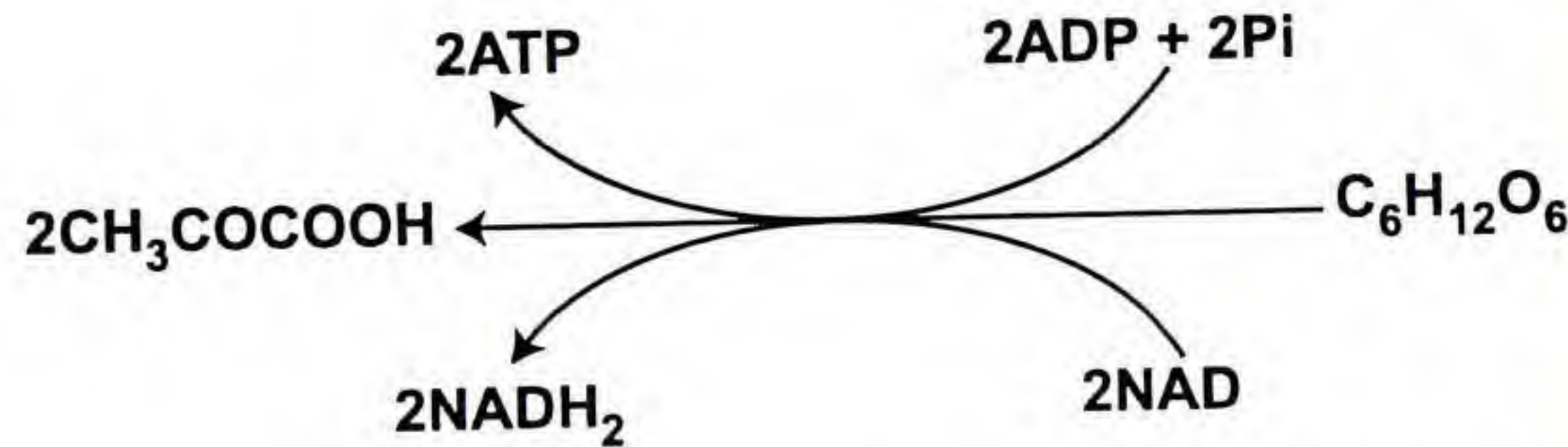
II - التحليل : ان كمية السكر المستهلكة من قبل الخميرة في الوسط الهوائي أكبر من كمية السكر المستهلكة في الوسط اللاهوائي رغم أن مدة التجربة أقصر في الوسط الهوائي (9 أيام) عن الوسط اللاهوائي (3 أشهر).

كما أن كتلة الخميرة المتشكلة في الوسط الهوائي أكبر منها في الوسط اللاهوائي بحوالي 8 أضعاف.

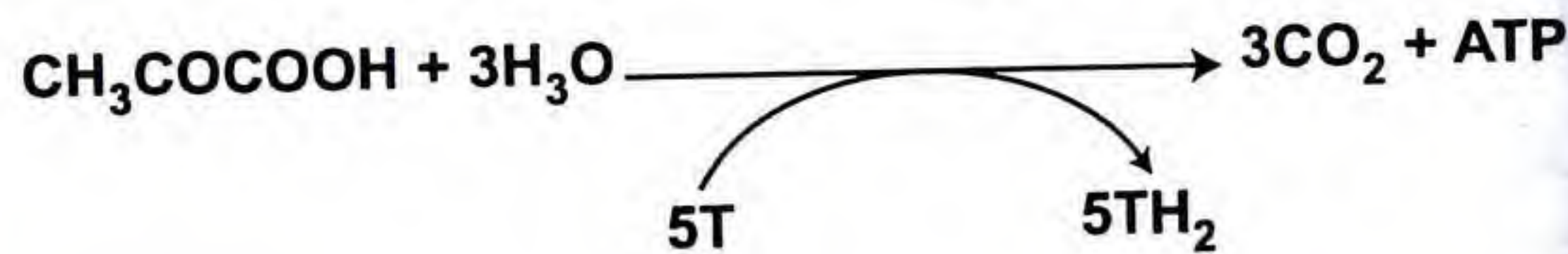
التفسير : قامت الخميرة في الوسط الهوائي بتفكيك تام للغلوكوز فانتجت كمية كبيرة من الطاقة أدت إلى تكاثر سريع ونشيط لخلايا الخميرة مؤدية إلى زيادة معتبرة في كتلة الخميرة.

في حين في الوسط اللاهوائي قامت الخميرة بتفكيك جزئي للغلوكوز منتجة طاقة جزئية أدت إلى تكاثر بطيء لخلايا الخميرة مؤدية إلى زيادة طفيفة في كتلة الخميرة.

المعلومات: يتم على مستوى الهيولة تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك إنه التحلل السكري.



- يدخل حمض البيروفيك إلى داخل الميتوكوندري محدثة لها سلسلة من التفاعلات الهدمية بوجود الـ  $O_2$  (الأكسدة التنفسية) فتتحول إلى مجموعة أحماض عضوية محررة  $CO_2$  إلى الوسط الخارجي.





الشكل I : إن انتقال الإلكترونات عبر النواقل حسب كمون الأكسدة والإرجاع للنواقل: إما يتطلب طاقة عندما تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع معينة إلى حالة أقل منها.

أو يتحرر عنه طاقة عندما تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع معينة إلى حالة أعلى منها.

إن الآلية الفيزيائية التي تحدد اتجاه نقل الإلكترونات عبر سلسلة التركيب الضوئي من الماء إلى المستقبل النهائي وهو **NADP**.

تنتقل الإلكترونات من الماء إلى **PSII** بصورة تلقائية مع تحرير طاقة لأن كمون الأكسدة والإرجاع للماء هو (+800 ميلي فولط) أقل من كمون الأكسدة والإرجاع لـ **PSII** (+900 ميلي فولط).

لا يمكن انتقال الإلكترونات من **PSII** (+900 ميلي فولط) إلى **PSI** (+400 ميلي فولط) إلا بوجود طاقة ويتم ذلك بتدخل الفوتونات الضوئية التي تحفز **PSII** وتنتقل به إلى كمون أكسدة وإرجاع منخفض (-200 ميلي فولط) وهذا مايسمح بانتقال الإلكترونات من **PSII** (-200 ميلي فولط) إلى **PSI** (+400 ميلي فولط) مع تحرير طاقة.

كذلك تحفز الفوتونات **PSI** ذو كمون (+400 ميلي فولط) وتنتقل به إلى كمون منخفض (-600 ميلي فولط) مما يسمح للإلكترونات بالانتقال إلى المستقبل النهائي **NADP** (+T) عبر النواقل مع تحرير طاقة.

الشكل II : إن انتقال الإلكترونات من **T** (320 - ملي فولط) إلى غاية الـ **O<sub>2</sub>** (+780 ملي فولط) من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى مرتفع فتحرر طاقة.

2. أ - شروط تركيب الـ **ATP** : - تدرج في تركيز البروتونات.

- كريات مذنب سليمة.

ب - تأكيد النتائج :

تركيب الـ **ATP** يتوقف على :

- تدرج في تركيز البروتونات وانتقالها عبر الكريات المذنب.

- وجود الـ **DNP** يجعل غشاء التيلاكويد نفوذ للبروتونات. فعدم تدرج في تركيز البروتونات ، عدم تشكل الـ **ATP**.

3. أ - قبل إضافة الـ **O<sub>2</sub>** : لا يلاحظ تغير في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي للميتوكوندري ويعود ذلك لعدم أكسدة الـ **NADPH<sub>2</sub>** لخلو الوسط من الـ **O<sub>2</sub>**.

- بعد إضافة الـ **O<sub>2</sub>** : تغير في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي للميتوكوندري ويعود ذلك لأكسدة النواقل المرجعة **NADPH<sub>2</sub>** لوجود الـ **O<sub>2</sub>** ويعود ذلك لخروج البروتونات إلى الوسط الخارجي مؤدية إلى زيادة تركيزها.

- بانتهاء الـ **O<sub>2</sub>** تعود الـ **H<sup>+</sup>** تدريجيا إلى داخل الميتوكوندري فيتناقص تركيزها في الوسط الخارجي (للتدخل في شكل **H<sub>2</sub>O**).

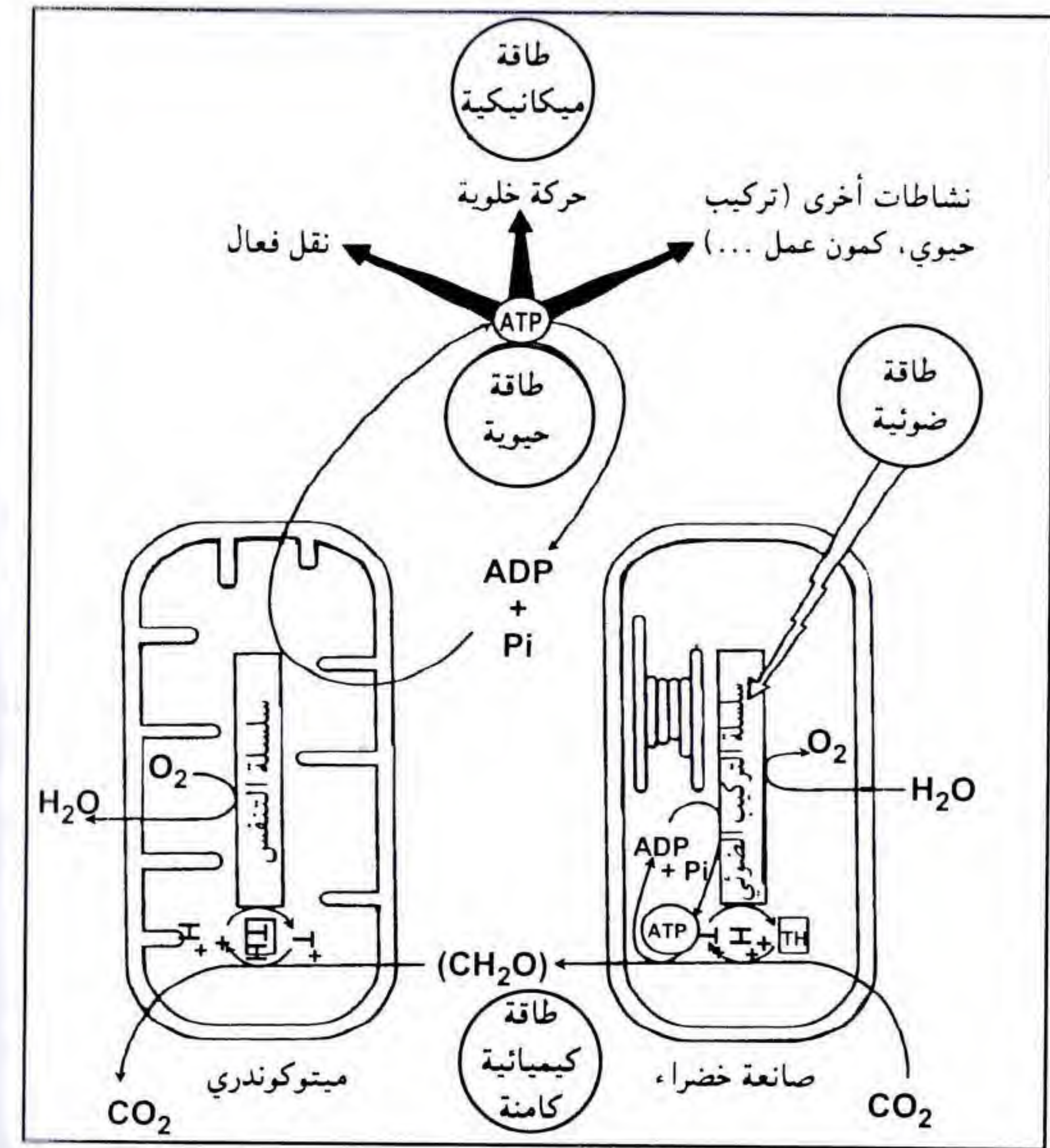
ب - المعلومة المكملة :

حركة الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية تسمح بخروج البروتونات عكس تدرج التركيز.

4 - الجدول

الصناعة الخضراء	الميتوكوندري	
- أكسدة الأنظمة الضوئية <b>PSII</b> ، <b>PSI</b> بالفوتونات.	- إن التفاعلات المسؤولة عن إنتاج الـ <b>ATP</b> تحدث في مستوى السلسلة التنفسية الموجودة ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري.	آلية تركيب الـ <b>ATP</b>
- انتقال الإلكترونات من <b>PSII</b> إلى <b>PSI</b> يحرك طاقة تسمح بضخ الـ <b>H<sup>+</sup></b> نحو تجويف الكبيس.	- حيث يسبب انتقال الإلكترونات عبر النواقل إلى إحداث تدرج في تركيز البروتونات بين حيز الغشاءين والحشوة.	
- التحلل الضوئي للماء يؤدي إلى تحرير البروتونات وتراكمها وتكوين تدرج في تركيزها فخروجها عبر الكريات المذنبية يحرك طاقة يؤدي إلى تشكل الـ <b>ATP</b> بوجود أنزيم <b>ATPsynthetase</b> .	- ضخ هذه البروتونات عبر الكريات المذنبية إلى الحشوة حسب تدرج التركيز تتولد طاقة تعمل على فسفرة الـ <b>ADP</b> إلى <b>ATP</b> بوجود أنزيم <b>ATPsynthetase</b> .	
$ADP + Pi + E \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$	$ADP + Pi + E \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$	





### إجابة التمرين 65 :

1. 1. البيانات المرقمة : 1 - نواة. 2 - سيتوبلازم (هايلوبلازم).
- 3 - ميتوكوندري (س). 4 - صانعة خضراء (ع).

### 2. الاختلاف البنيوي

\* وجود الصانعة الخضراء في الكلوريللا وغيابها في خميرة الجعة.

نعم هناك علاقة وهي :

\* للكلوريللا القدرة على تركيب مواد عضوية (مواد أيضا) = ذاتية التغذية.

\* خميرة الجعة غير قادرة على تركيب مواد الأيض = غير ذاتية التغذية.

3 - رسم ما فوق بنية الجسيم الكوندرى والجسيم الصانع الأخضر.

(راجع التمرين 2 والتمرين 37)

4. أ - التعليق على وسط الاستنبات :

\* يحتوي على العناصر المعدنية الأساسية للنمو:

$Mn, N, CO_2, C, Fe, Mg, S, K, P, O, H$

\* به مصدر هام لغاز  $CO_2$  : ثاني فحمات البوتاسيوم.

\* خالي من مواد عضوية (مواد الأيض) أي من مصادر الطاقة.

ب - تفسير النتائج:

\* الكلوريللا الخضراء: شروط عملية البناء الضوئي متوفرة : ماء، أملاح،  $CO_2$  ، يخضور وضوء = تركيب مواد الأيض = إنتاج طاقة = القيام بالوظائف الحيوية مثل النمو والتكاثر = زيادة في الوزن = الكلوريللا ذاتية التغذية.

\* الخميرة: تفتقر لليخضور = عدم قدرتها على التركيب الضوئي = عدم إنتاج مواد الأيض = عدم قدرتها على القيام بالوظائف الحيوية = نقص وزنها نتيجة استهلاكها لمخزائنها = غير ذاتية التغذية.

- نعم تؤكد نتائج السؤال (2)

5 - إن العنصر "ع" أي الصانعة الخضراء ملونة طبيعيا بالأخضر بوجود الضوء (الملاحظة 4) ويصبح عديم اللون بغياب الضوء (الملاحظة 2)، وعدم تلونه بالأزرق لعدم تشكل النشاء نظرا لغياب  $CO_2$  (الملاحظة الأخيرة).

يتلون العنصر (ع) بالأزرق البنفسجي بوجود الضوء و  $CO_2$  لتوفر جميع شروط صنع النشاء بالتركيب الضوئي (الملاحظة 3)

تلون العنصر س (الميتوكوندري) بأخضر جانوس الممدد مما يدل أنها مقر الأكسدة الخلوية (الملاحظة 1).

ب - الظواهر المراد دراستها:

- التركيب الضوئي على مستوى العناصر (ع).

- التنفس (الأكسدة الخلوية) على مستوى العناصر (س).



1. أ. تحليل المنحنى (س) : خلال المرحلة المظلمة الأولى ثبات تركيز  $CO_2$  في الوسط.

ب. خلال المرحلة الضوئية يبقى تركيز  $CO_2$  ثابتا مدة زمنية معينة (أ ب) ثم يمتص، في المرحلة الظلامية الثانية يستمر امتصاص  $CO_2$  مدة زمنية (ج د) ثم ثبات تركيزها في الوسط.

الاستنتاج : امتصاص  $CO_2$  (تثبيت) يتأثر بالضوء.

تحليل المنحنى (ص) : تزايد مستمر وتدرجي لتركيز  $CO_2$  في الوسط رغم تعاقب الظلام والضوء.

الاستنتاج : طرح  $CO_2$  لا يتأثر بالضوء والظلام.

ب. الظاهرة في (س) : تركيب ضوئي (بناء) مقرها الصانعة الخضراء.

الظاهرة في (ص) : تنفس (هدم) مقره الهايلوبلازم والميتوكوندرى.

ج. المعلومة : أن تثبيت  $CO_2$  يتطلب نواتج المرحلة الكيموضوئية.

د. الجزء أ ب : عدم استهلاك الـ  $CO_2$  رغم وجود الضوء لعدم تشكل بعد نواتج المرحلة الكيموضوئية ( $ATP + NADPH_2$ ).

الجزء ج د : استمرار تثبيت  $CO_2$  رغم غياب الضوء لوجود بقايا نواتج المرحلة الكيموضوئية عند تعرضها للضوء قبل نقلها للظلام.

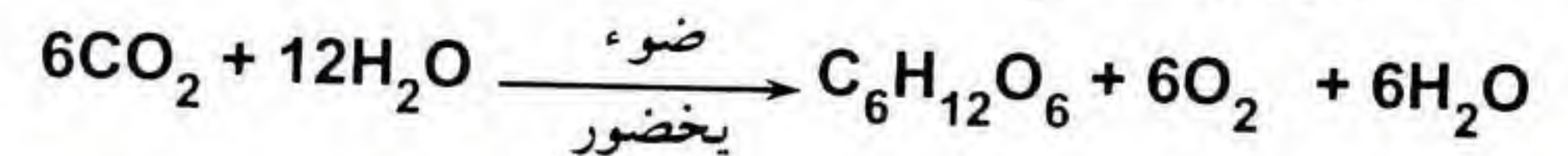
2. اسم التفاعلات : - نزع الكربون، نزع الهيدروجين، تثبيت الـ  $H$  على الأوكسجين وتشكل الماء.

نستخلص : مصدر  $CO_2$  المنطلق : مادة الأيض.

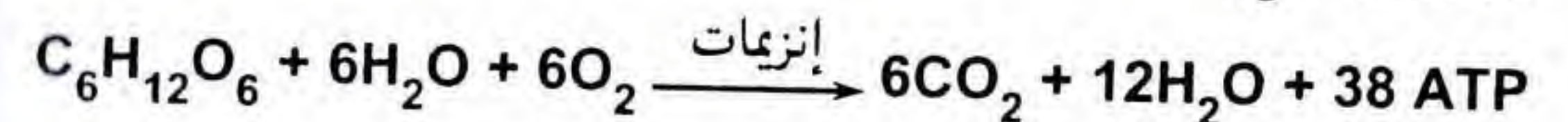
مصدر هيدروجين الماء : مادة الأيض.

3. العلاقة : نواتج التركيب الضوئي هي شروط التنفس ونواتج التنفس هي شروط التركيب الضوئي.

معادلة التركيب الضوئي :



معادلة التنفس :



1. أ. تفسير النتائج :

في الوسط 1 : نمو الطحالب وتكاثرها في وسط معدني مرتبط بوجود الضوء الضروري لبناء احتياجات الطحالب (التركيب الضوئي) ... تغذية ذاتية.

في الوسط 2 : الضوء غير ضروري لنمو وتكاثر الطحالب لاحتواء الوسط على الغلوكوز وهي مادة عضوية ضرورية لنشاط الطحالب ... تغذية غير ذاتية.

2. التغذية الذاتية للطحالب تتطلب امتلاكه للصانعات الخضراء المسؤولة عن صنع المادة العضوية وأيضاً الميتوكوندریات المسؤولة عن إنتاج الـ  $ATP$  اللازمة لنمو وتكاثر الطحالب والتغذية الغير ذاتية تتطلب مواد عضوية وميتوكوندریات.

من خلال الشكل (1) تركيب العضية (ب) يدل على أنها ميتوكوندرى ... تنفس.

تركيب العضية (أ) يدل على أنها صانعة خضراء ... تركيب ضوئي.

II - 1. القطعة أ - ب : تشير إلى عدم استهلاك الـ  $O_2$  لغياب الميتوكوندرى في الوسط.

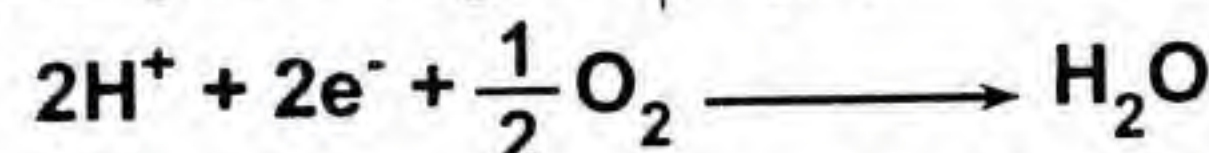
- عند ب : إضافة الميتوكوندریات تسبب استهلاك طفيف للـ  $O_2$  ويعود هذا إلى وجود كميات ضئيلة من الجزيئات المتفاعلة :  $ADP +$  حمض البيروفيك.

- عند ب : إضافة الغلوكوز لم يؤثر من استهلاك الـ  $O_2$  (لم يستهلك الـ  $O_2$  وتركيزه ثابت).

- عند ج : إضافة حمض البيروفيك يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ في استهلاك الـ  $O_2$  وهذا يدل على أن الميتوكوندریات غير قادرة على أكسدة الغلوكوز مباشرة ولكنها قادرة على أكسدة حمض البيروفيك.

- عند د : إضافة الـ  $ADP$  يسبب زيادة في استهلاك الـ  $O_2$  لأن أكسدة حمض البيروفيك داخل الميتوكوندرى يحرر طاقة تسمح بتركيب الـ  $ATP$  شرط توفر الـ  $Pi + ADP$ . وزيادة الـ  $ADP$  بالإضافة يزيد من سرعة تفكك حمض البيروفيك واستهلاك الـ  $O_2$  وهذا يدل أيضاً على ازدواج ظاهري أكسدة المادة العضوية والفسفرة (تركيب  $ATP$ ).

- إضافة السيانونور عند هـ : يوقف استهلاك الـ  $O_2$  لأن السيانونور يشبط انتقال الـ  $e^-$  و  $H^+$  عبر السلسلة التنفسية وعدم تشكل الماء المستهلك للـ  $O_2$ .



\* دور العضيات (ب) في الخلية : تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى طاقة حيوية قابلة للاستعمال  $ATP$ .



♦ في مرحلة الثالثة (ز3 - ز4) اختفاء حمض البيروفيك نهائيا وظهور مركبات حلقة كربيس بالميتوكوندري وانطلاق  $CO_2$  إلى الوسط الخارجي.

- نستخلص مايلي : تفكك الغلوكوز عبر مراحل وعلى مستويين هما :

الهيالوبلازم، والميتوكوندري

4 - المراحل الأساسية للتنفس : (راجع الموضوع 6 - II - أ)

\* التحلل السكري مقره الهيالوبلازم.

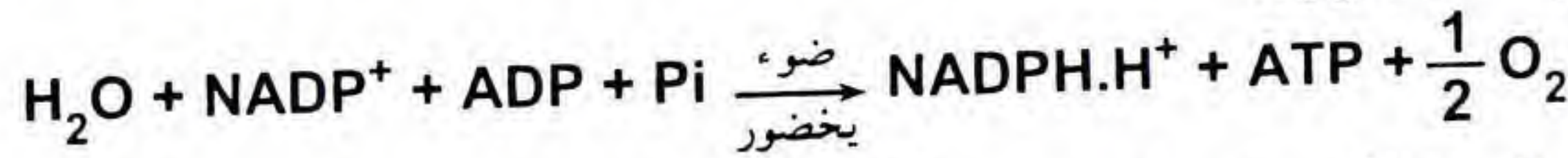
- غلوكوز  $\rightarrow$  2 حمض البيروفيك + 2ATP + 2TH<sub>2</sub>

\* الأكسدة التنفسية مقرها الميتوكوندري.

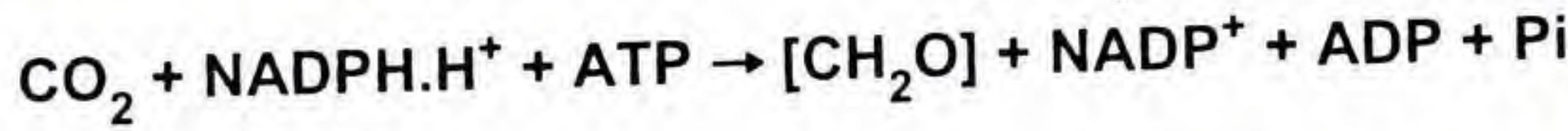
- تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم A ثم الدخول في حلقة كربيس ثم الفسفرة التأكسدية على الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

المراحل الأساسية للتركيب الضوئي :

- المرحلة الكيموضوئية : التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وتشكل الـ ATP ومقرها التيلاكويد.



- المرحلة الكيموحيوية : إرجاع  $CO_2$  باستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية لصنع المركب العضوي ومقرها في الحشوة

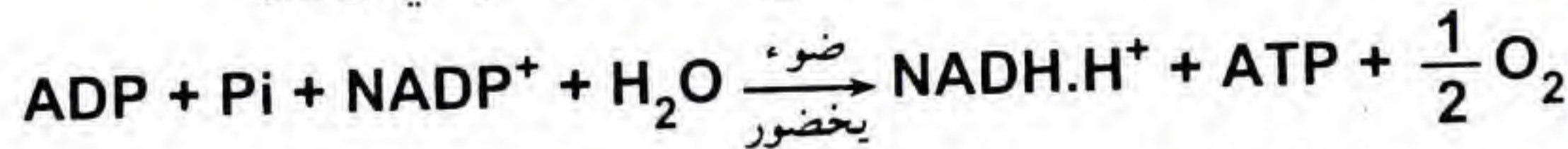


### إجابة التمرين 69 :

1 - أ - تفسير النتائج :

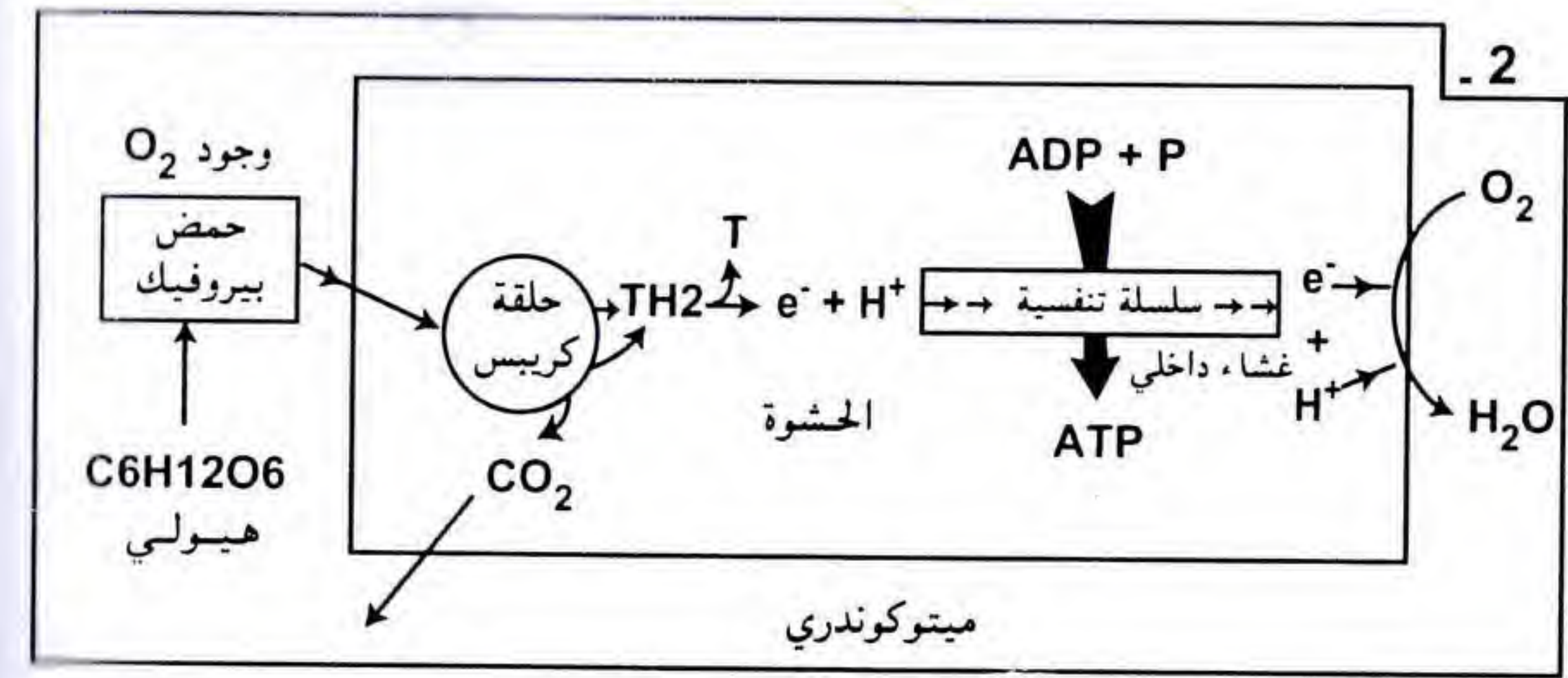
- يحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ  $O_2$  لوجود كل من الضوء ومستقبل الإلكترونات فتتشكل النواقل المرجعة ويتشكل الـ ATP لوجود الـ ADP و  $Pi$ .

- عدم تشكل المركبات العضوية لغياب  $CO_2$  لأنه يدخل في تركيبها



ب - يتوقف التحلل الضوئي للماء فيتوقف انطلاق الـ  $O_2$  بعد أن ترجع كل جزيئات الـ  $NADP^+$  المضافة وهذا عند إضافة كمية محددة من النواقل للوسط.

- يتم تركيب الـ ATP انطلاقا من الـ ADP والـ  $Pi$  باستخدام الطاقة الناتجة عن



### إجابة التمرين 68 :

1 - أ - البيانات : الشكل - أ - : ميتوكوندري.

أ - غشاء خارجي. ب - غشاء داخلي. ج - خيز بين الغشائين.

د - مادة أساسية. ه - عرف.

الشكل - ب - : صناعة خضراء.

1 - غشاء خارجي. 2 - غشاء داخلي. 3 - حببية أو بذيرة أوجرانا.

4 - مادة أساسية. 5 - صفيحة.

ب - العضية - أ - «ميتوكوندري» : توجد في الخلايا النباتية والحيوانية.

العضية - ب - «صناعة خضراء» توجد في الخلايا النباتية الخضراء فقط.

2 - الاستنتاج :

أ - التفاعلات مرتبطة بالضوء (كيمو ضوئية) لأنها تتوقف في الظلام، حيث يتحلل الماء ضوئيا وينطلق  $O_2$  وترجع النواقل T إلى  $TH_2$  ، وينتج عن هذا جزيئات طاقة ATP.

ب - سير التفاعلات السابقة مرهون بوجود نواقل T تستقبل هيدروجين الماء المتحلل.

3 - التحليل :

♦ في مرحلة أولى (ز0 - ز1) انتشار الغلوكوز إلى الهيالوبلازم.

♦ في مرحلة ثانية (ز2) اختفاء الغلوكوز، وظهور حمض البيروفيك في الهيالوبلازم والميتوكوندري.



تدفق البروتونات عبر الكريات المذبذبة (ATPase) بكمية محدودة أيضا لنفاذ مستقبل الالكترونات.

- إذا زدنا الوسط بـ  $\text{CO}_2$  فإن النواقل المرجعة المتشكلة تتأكسد وباستغلال الـ ATP يتم تركيب الجزيئات العضوية ومنها تستقبل الالكترونات والبروتونات فيحدث التحلل الضوئي للماء فينتقل الـ  $\text{O}_2$ .

نعم في هذه الشروط يتم صنع الجزيئات العضوية.

التعلييل : لتوفر نواتج المرحلة الكيموضوئية وهي الـ  $\text{NADPH.H}^+$  والـ ATP ووجود  $\text{CO}_2$ .

2. أ - الاستخلاص : بمقارنة التجارب الثلاث نستخلص : يتم تشكيل الـ ATP (فسفرة الـ ADP) في شروط معينة.

- وجود تدرج في تركيز البروتونات بين الوسط الخارجي وداخل الكيسات.

$[\text{H}^+]$  داخلية أكبر من  $[\text{H}^+]$  خارجية.

- وجود كريات مذبذبة على أغشية الكيسات.

- لا تتطلب هذه العملية وجود الضوء.

ب - نعم يتم الحصول على نفس النتائج.

التعلييل : - في التجربة 1 : وجود الضوء لا يؤثر على التدرج في تركيز البروتونات بين الوسطين (يبقى الوسط الداخلي أعلى تركيز بالبروتونات من الوسط الخارجي).

- في التجربة 2 : عدم وجود الكريات المذبذبة يعيق فسفرة الـ ADP حتى ولو حدث تدرج في التركيز بين الوسطين.

3 - تحليل النتائج :

- لا يتم استهلاك  $\text{O}_2$  ولا يتم تغيير كمية الـ ATP قبل إضافة حمض البيروفيك.

- في الزمن 2 : إضافة حمض البيروفيك تؤدي إلى استهلاك واضح لـ  $\text{O}_2$  وزيادة كمية الـ ATP في الوسط.

- في الزمن 3 : عند إضافة ADP و  $\text{Pi}$  ، يؤدي إلى استهلاك معتبر لـ  $\text{O}_2$  وزيادة معتبرة في كمية الـ ATP.

- في الزمن 4 : عند إضافة السيانونور يتوقف استهلاك  $\text{O}_2$  وتوقف تركيب الـ ATP (ثبات كميته في الوسط).

المعلومة المستخلصة : لا تستعمل الميتوكوندري الجلوكوز مباشرة بل تستعمل حمض البيروفيك (استهلاك  $\text{O}_2$  وتركيب ATP).

- فسفرة الـ ADP مقرون باستهلاك  $\text{O}_2$ .

4 - نعم.

التحليل : - تركيب الـ ATP وتثبيته من طرف السيانونور يدل على وجود المرحلة الخاصة بالفسفرة التأكسدية في السلسلة التنفسية.

- استعمال حمض البيروفيك يدل على حدوث مرحلة الأكسدة الخلوية.

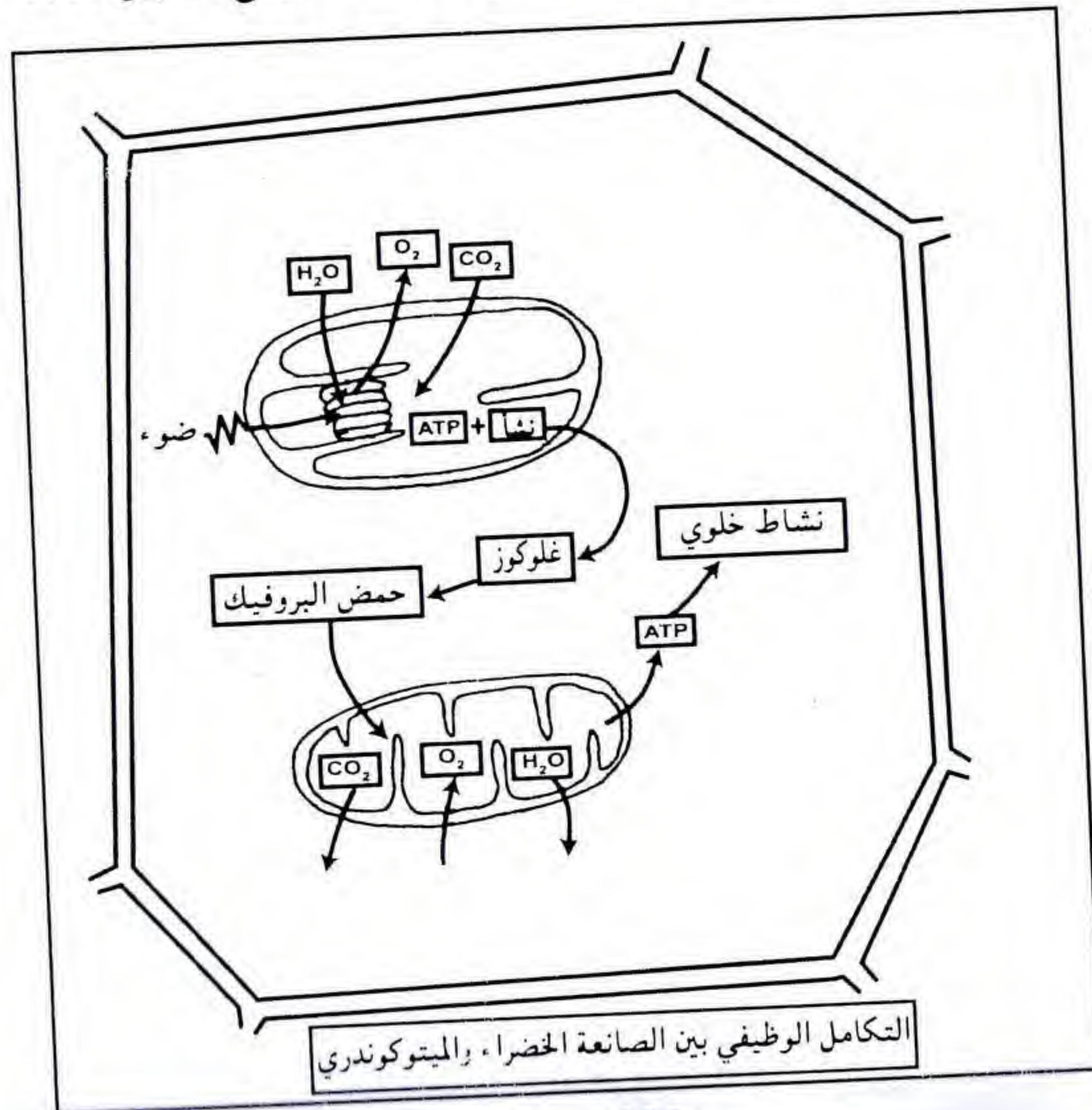
### إجابة التمرين 70 :

أ - 1 - بمقارنة التجريتين 1 و 2  $\Rightarrow$  أن تركيب الـ ATP يشترط تدرج في تركيز  $\text{H}^+$  بين المادة الأساسية والحيز البين غشائي (على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري).

- بمقارنة التجريتين 2 و 3  $\Rightarrow$  أن تركيب الـ ATP يشترط وجود وسلامة الكرات المذبذبة وهي أنزيمات مركبة للـ ATP (ATP Synthétase).

2 - رسم يوضح مراحل تركيب الـ ATP (الفسفرة التأكسدية - راجع التمرين 46).

ب -





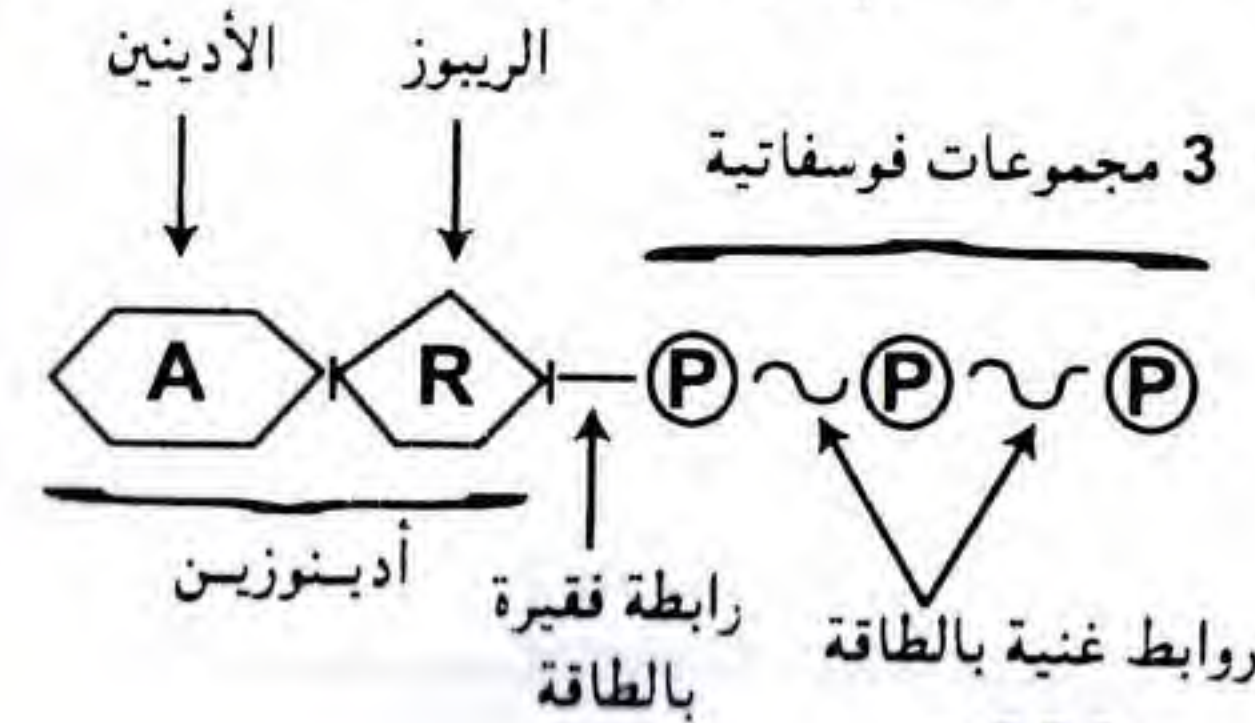
يوجد تكامل وظيفي بين الميتوكوندري والصانعة الخضراء بحيث أن العضية الأولى هي مقر التنفس أما العضية الثانية فهي مقر التركيب الضوئي. تحتاج الظاهرة الأولى إلى  $O_2$  لهدم المادة العضوية ويطرح خلالها غاز  $CO_2$  الذي تحتاجه الظاهرة الحيوية الثانية لتثبيتها وتركيب المادة العضوية الطاقوية وتطرح الـ  $O_2$  أي أن نتائج إحدى الظاهرتين هي شروط للظاهرة الأخرى.

### إجابة التمرين 71 :

الرقم	الظاهرة	المقر	المعادلة الإجمالية
1	المرحلة الكيموضوئية (الفسفرة الضوئية) من التركيب الضوئي	التيلاكوييد (الكيس)	$H_2O + NADP^+ + ADP + Pi \xrightarrow[\text{ATPase}]{\text{ضوء/بغضور}} NADPH.H^+ + \frac{1}{2} O_2 + ATP$
2	المرحلة الكيموحيوية من التركيب الضوئي (تثبيت $O_2$ )	حشوة الصانعة الخضراء	$CO_2 + NADPH.H^+ + ATP \xrightarrow{\text{إنزيمات}} NADP^+ + [CH_2O] + ADP + Pi$
3	التحلل السكري	الهائلوبلازم	$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[2NAD^+]{2ADP + 2Pi} 2CH_3COCO_2H + 2ATP + 2NADH.H^+$
4	حلقة كريبس والمرحلة الممهدة لها	الحشوة الميتوكوندري	$CH_3COCO_2H + 2H_2O \xrightarrow[5T^+]{ADP + Pi} 3CO_2 + 5TH.H^+ + ATP$
	الفسفرة التأكسدية	الغشاء الداخلي	$TH.H^+ + \frac{1}{2} O_2 + ADP + Pi \xrightarrow{\text{ATPase}} T^+ + H_2O + ATP$

ب - مكونات جزيئة الـ ATP :

- قاعدة آزوتية وهي الأدينين A + سكر خماسي هو الريبوز R + ثلاث مجموعات فوسفاتية :

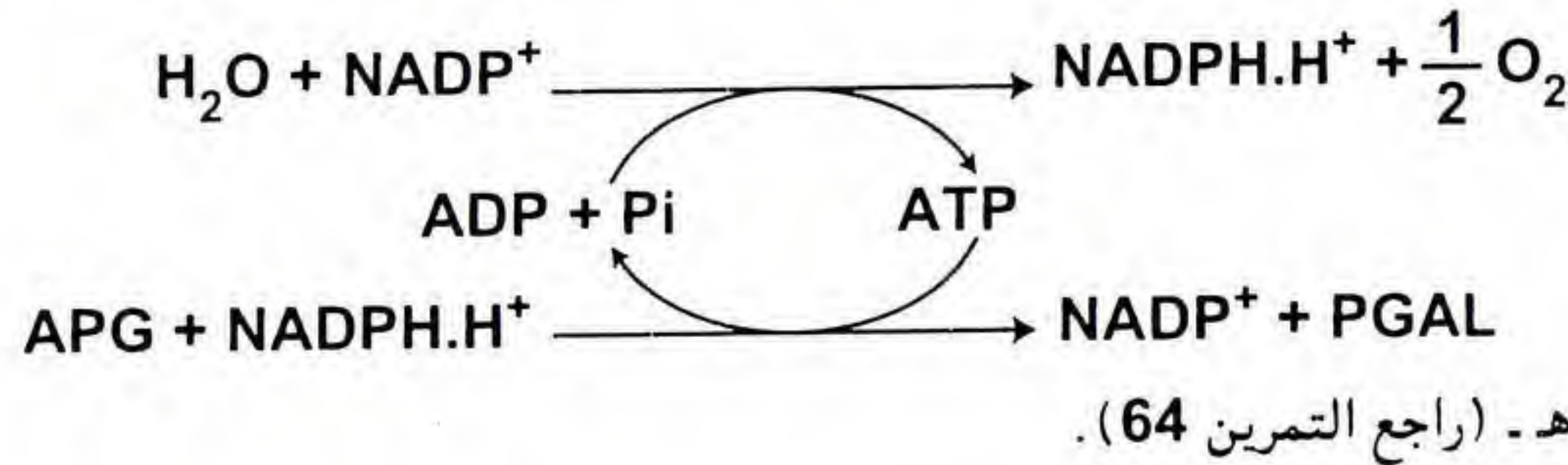


ج - جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال المرحلة الكيموضوئية (1)، عند إمالتها ينتج عنها طاقة تستغل في المرحلة الكيموحيوية.

أما جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال الفسفرة التأكسدية فتستعمل في النشاطات الخلوية المختلفة.

د - إمالة الـ ATP توفر الطاقة مباشرة (الظاهرة 2) وتستعمل هذه الطاقة في تفاعل تركيب PGAL من APG أي أنه يحمل طاقة من مركب وينقله إلى مركب آخر فهو عامل توصيل طاقي.

تشكل الـ ATP المنتج الفوري للطاقة بدءاً من الطاقة الناتجة عن أكسدة الجلوكوز (الظواهر 3، 4)



### إجابة التمرين 72 :

أ - 1 - جدار سيليلوزي. 2 - هائلوبلازم. 3 - نواة.

4 - ميتوكوندري. 5 - فجوة. 6 - شبكة محببة.

2 - لاحتوائها على صانعة خضراء كبيرة فلها القدرة على صنع المركبات العضوية بعملية التركيب الضوئي.

3 - أ - العنصر س : صانعة خضراء مقر التركيب الضوئي.

العنصر ع : ميتوكوندري مقر الأكسدة الخلوية.

β - a - الشكل (1) : يمثل الفسفرة التأكسدية من التنفس الهوائي على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

الشكل (2) : يمثل الفسفرة الضوئية (المرحلة الكيموضوئية) من التركيب الضوئي على مستوى التيلاكوييد.



b

الشكل (2) الفسفرة الضوئية	الشكل (1) الفسفرة التأكسدية
1 الماء	1 الماء
2 الأوكسجين	2 الأوكسجين
3 الإلكترونات	3 الإلكترونات
4 البروتونات	4 البروتونات
5 ناقل مؤكسد $NADP^+$	5 ناقل مؤكسد $NAD^+$
6 ناقل مرجع $NADPH.H^+$	6 ناقل مرجع $NADH.H^+$
7 $ADP + Pi$	7 $ADP + Pi$
8 ATP	8 ATP
9 سلسلة التركيب الضوئي	9 السلسلة التنفسية
10 عرف	10 كيبس
11 غشاء خارجي	11 غشاء خارجي
12 غشاء داخلي	12 غشاء داخلي
13 كرية مذبذبة (ATPase)	13 كرية مذبذبة (ATPase)
14 حيز بين الغشائين	14 حيز بين الغشائين
15 الحشوة	15 الحشوة
16 الضوء	—

c

الفسفرة الضوئية (الشكل 2)	الفسفرة التأكسدية (الشكل 1)	
مصدر الإلكترونات (3 و 3) من $PSII$ و $PSI$ من التحلل الضوئي للماء $H_2O \xrightarrow{\text{ضوء}} 2H^+ + 2e^- \frac{1}{2} O_2$ يخضّر	أكسدة النواقل المرجعة $TH_2$ ( $NADH_2$ و $FADH_2$ ) $TH_2 \longrightarrow T + 2H^+ + 2e^-$	
مصدر البروتونات (4 و 4) التحلل الضوئي للماء	أكسدة النواقل المرجعة $TH_2$	
الآلية الفيزيائية	تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع بصورة تلقائية مع تحرير طاقة والعكس يحتاج إلى طاقة	

الآلية الفيزيائية	<p>- حركة الإلكترونات من <math>H_2O</math> إلى المستقبل النهائي عبر الأنظمة الضوئية وسلسلة من النواقل بفضل الفوتونات الضوئية.</p> <p>- تحفيز <math>PSII</math> بالفوتونات يسمح بانتقال الإلكترونات إلى <math>PSI</math></p> <p>- تحفيز <math>PSI</math> بالفوتونات يسمح بانتقال الإلكترونات إلى المستقبل النهائي <math>T</math> عبر النواقل</p> <p>- انتقال الإلكترونات من <math>H_2O</math> إلى <math>PSII</math> تلقائي</p>	
مصدر الإلكترونات والبروتونات	<p>- إرجاع <math>NADP</math> إلى <math>NADPH_2</math> <math>NADP + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NADPH_2</math></p> <p>- إرجاع <math>O_2</math> وتشكل الماء <math>H_2O</math> <math>O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2O</math></p>	
تشكيل الـ ATP	<p>- أكسدة الأنظمة الضوئية <math>PSI</math>، <math>PSII</math> بالفوتونات.</p> <p>- انتقال الإلكترونات من <math>PSII</math> إلى <math>PSI</math> يحفز طاقة تسمح بضخ الـ <math>H^+</math> نحو تجويف الكيبس.</p> <p>- التحلل الضوئي للماء يؤدي إلى تحرير البروتونات وتكوينها وتكوين تدرج في تركيزها فخروجها عبر الكريات المذبذبة يؤدي إلى تشكيل الـ ATP بوجود إنزيم <math>ATPsynthetase</math>.</p>	<p>إن التفاعلات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP تحدث في مستوى السلسلة التنفسية الموجودة ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري.</p> <p>- حيث يسبب انتقال الإلكترونات عبر النواقل إلى إحداث تدرج في تركيز البروتونات بين حيز الغشائين والحشوة.</p> <p>- ضخ هذه البروتونات عبر الكريات المذبذبة إلى الحشوة حسب تدرج التركيز تتولد طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP بوجود إنزيم <math>ATPsynthetase</math>.</p>
المعادلة الإجمالية للمرحلة	$H_2O + NADP + ADP + Pi \xrightarrow[\text{يخضّر}]{\text{ضوء}} NADPH_2 + ATP + \frac{1}{2} O_2$	$TH_2 + O_2 + ADP + Pi \longrightarrow T + H_2O + ATP$
المراحل الناقصة	<p>- المرحلة الكيموجيوية (تفاعلات حلقة كالفن) إنزيمات <math>CO_2 + ATP + NADPH_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} [CH_2O] + NADP + ADP + Pi</math></p> <p>مقرها حشوة الصانعة الخضراء.</p>	<p>- التحلل السكري ومقره الهائلوبلازم حيث يحول الجلوكوز إلى حمض البيروفيك.</p> <p><math>C_6H_{12}O_6 + 2NAD + 2ADP + 2Pi \longrightarrow 2CH_3COCOOH + 2NADH_2 + 2ATP</math></p> <p>- تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الأنزيم (أ) ومقره حشوة الميتوكوندري (مرحلة مهددة لحلقة كريبس)</p> <p><math>CH_3COCOOH + CoA - SH + NAD \longrightarrow CO_2 + NADH_2 + ACetyl - CoA</math></p> <p>- الدخول في حلقة كريبس: المقر الحشوة</p> <p><math>ACetyl - CoA + 3NAD + FAD + ADP + Pi \longrightarrow 2CO_2 + ATP + 3NADH_2 + FADH_2</math></p>



## 5. تحليل المنحنى :

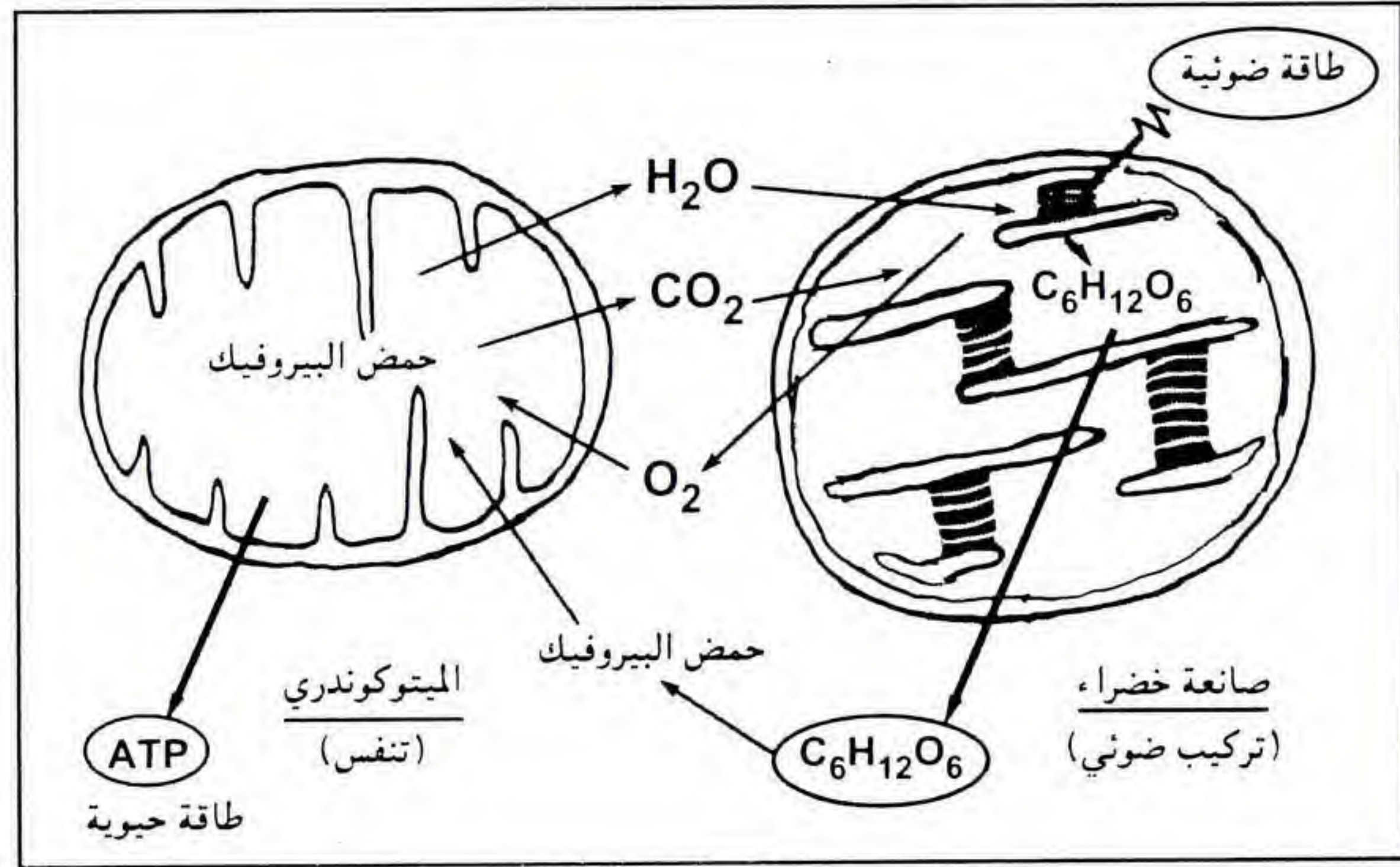
قبل إضافة  $O_2$  للوسط: عدم تحرير البروتونات في الوسط لذا ثبات تركيز البروتونات في الوسط.

من 1 إلى 2 : زيادة معتبرة في تركيز البروتونات في الوسط عند إضافة  $O_2$  ثم تنخفض بصورة تدريجية بعد 2 : تناقص سريع في تركيز البروتونات في الوسط نتيجة إضافة FCCP الخلاصة :

- يعتبر الأوكسجين المستقبل النهائي للبروتونات وتشكيل الماء.

- يعمل الـ FCCP على جعل ثقب في الغشاء فغياب فرق تدرج تركيز البروتونات فتوقف فسفرة الـ ADP إلى ATP.

ب - العلاقة الوظيفية بين الصانعة الخضراء والميتوكوندري.



## إجابة التمرين 74 :

أ - تفسير المنحنى :

أ - قبل إضافة  $O_2$  : يتوقف خروج  $H^+$  أي  $PH_e = PH_i$  في غياب  $O_2$  لا تتم أكسدة النواقل.

في وجود  $O_2$  يزداد تركيز  $H^+$  في الوسط الخارجي وذلك لمدة معينة ثم يقل تدريجياً ليعود إلى حالته الأصلية. يفسر ذلك : حدوث أكسدة النواقل إلى  $H^+$  و  $e^-$

المعادلة الإجمالية	المعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي :	المعادلة الإجمالية للتنفس :
$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$		$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38 ATP$
النص العلمي	الشكل (2) : يحدث التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل فانطلاق الـ $O_2$ وتشكل الـ ATP.	الشكل (1) : يحدث أكسدة النواقل وإرجاع الـ $O_2$ فتشكل الماء وتشكل الـ ATP.

## إجابة التمرين 73 :

أ - 1. تفسير النتائج التجريبية :

المرحلة (1) :

- اختفاء اللون الأزرق يفسر بإرجاع BM بواسطة  $H^+$  الناتجة عن التحلل الضوئي للماء.

- عدم تركيب جزيئات عضوية يعود لغياب  $CO_2$  في الوسط.

المرحلة (2) :

- بقاء اللون الأزرق لعدم إرجاع BM ، نتيجة لعدم التحلل الضوئي للماء في الظلام.

- وعدم تركيب جزيئات عضوية رغم وجود  $CO_2$  يعود لعدم إرجاع BM إلى  $BMH_2$  الضرورية لإرجاع  $CO_2$  لتشكيل جزيئات عضوية.

المرحلة (3) :

- اختفاء اللون الأزرق يعود إلى إرجاع BM بواسطة  $H^+$  الناتجة عن التحلل الضوئي للماء. وعودة ظهوره ناتجة عن أكسدة BM عن طريق تحرير  $H^+$ .

- تركيب الجزيئات العضوية ناتج عن تثبيت  $CO_2$  المتواجد في الوسط.

2. دورة كالفن : (راجع التمرين 23)

3. من المخطط نلاحظ أن  $6CO_2$  تساهم في تشكيل 12APG و 6RDP وجزيئة فركتوز وتستهلك 18ATP و 12NADPH<sub>2</sub>

$$\text{إذا عدد APG} = \frac{12 \times 72}{6} = 144$$

عدد RDP = 72 ، NADPH<sub>2</sub> = 144 ، فركتوز = 12 و ATP = 216

4. أهمية الظاهرة : تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية الناتجة.



## إجابة التمرين 75 :

1 - تحليل الوثيقة (أ) :

0 - ز1 : تناقص طفيف في نسبة الأوكسجين في الوسط أي أن استهلاك الـ  $O_2$  ضعيف من قبل الميتوكوندري قبل إضافة الغلوكوز.

1 - ز2 : إضافة الغلوكوز للوسط لم يغير من استهلاك الـ  $O_2$  أي يبقى التناقص طفيفا.

بدءا من ز2 : إضافة حمض البيروفيك يتبع بتناقص معتبر لنسبة الـ  $O_2$  في الوسط (زيادة معتبرة في استهلاك الـ  $O_2$ ).

النتيجة : تستعمل الميتوكوندري حمض البيروفيك كمادة للأيض خلال القيام بوظيفتها وغير قادرة على استعمال الغلوكوز مباشرة.

تحليل الوثيقة (ب) :

0 - ز1 : تناقص في نسبة الأوكسجين في الوسط لأن المواد البيولوجية تنفس.

1 - ز2 : يبقى تناقص في نسبة الـ  $O_2$  من الوسط مستمرا رغم الإضاءة لأنها لن تقم بتحليل الماء.

2 - ز3 : زيادة معتبرة لنسبة الـ  $O_2$  في الوسط لأن الصانعة تطرح الـ  $O_2$  بكمية معتبرة إلى الوسط بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.

بدءا من ز3 : تناقص في نسبة الـ  $O_2$  في الوسط بحدوث التنفس على مستوى الميتوكوندري (يوجد مع الصانعات بعض الميتوكوندري).

النتيجة : تفاعلات الأكسدة والإرجاع هي أصل طرح الـ  $O_2$  ويستوجب ذلك وجود مستقبلات تثبت الإلكترونات المنزوعة من اليخضور بوجود الضوء (أن المستقبلات الطبيعية لليخضور قد خربت نتيجة التجربة) أي أن طرح الـ  $O_2$  يتطلب الضوء ومستقبل الإلكترونات.

2 - الظاهرة التي تحدث على مستوى الميتوكوندري هي التنفس الهوائي.

- الظاهرة التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء هي التركيب الضوئي.

## إجابة التمرين 76 :

1 - أ - العضية هي : الصانعة الخضراء

- البيانات : 1 - غشاء خارجي. 2 - غشاء داخلي. 3 - صفيحة.

4 - الحشوة (مادة أساسية). 5 - كيسات (تيلاكويد).

حيث تنتقل  $e^-$  عبر إنزيمات السلسلة التنفسية لتستقبل في النهاية من قبل الـ  $O_2$  وأثناء انتقال  $e^-$  تتحرر طاقة تسمح بانتقال  $H^+$  إلى الوسط الخارجي أين يزداد تركيزها.

ب - العلاقة بين تدرج الـ PH وتكوين ATP.

- كلما كان الوسط الخارجي أكثر حموضة أدى إلى تشكل ATP بكميات أكبر (العلاقة طردية).

التوضيح :

انتقال البروتونات ( $H^+$ ) وفق تدرج التركيز من الوسط الخارجي إلى الوسط الداخلي عبر الكرات المذنبية التي تحتوي على ATPase الذي ينشط بمرور  $H^+$  فيتحول ADP+P إلى ATP.

II - 1 - تحليل التجارب :

في وجود الضوء ومعلق للصانعات يحدث :

المجموعة الأولى (1) : زوال اللون لمركب 2-6-D دليل على إرجاعه أي أنه اكتسب  $e^-$  (في وجود الضوء).

المجموعة الثانية (2) : في غياب الضوء لا يحدث إرجاع لـ 2-6-D

المجموعة الثالثة (3) : رغم وجود الضوء لكن الصانعات مخربة لم يحدث إرجاع لـ 2-6-D

النتيجة :

الضوء وسلامة الصانعات ضروري لارجاع مركب 2-6-D.

2 - التفسير :

في وجود الضوء يتحفز اليخضور ويفقد الإلكترونات يستقبلها مركب 2-6-D وبالتالي يزول لونه (إرجاعه).

3 - المرحلة هي : المرحلة الكيموضوئية.

النواتج النهائية هي : - تحرير الـ  $O_2$ .

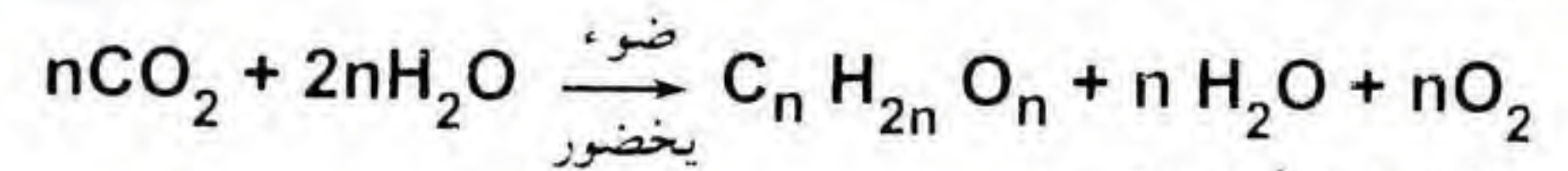
- تشكل الـ ATP. - تشكل  $NADPH.H^+$ .

التعليل :

تحدث المرحلة الأولى الكيموضوئية فقط ولا يتم تركيب المواد العضوية وهذا لغياب  $CO_2$ .

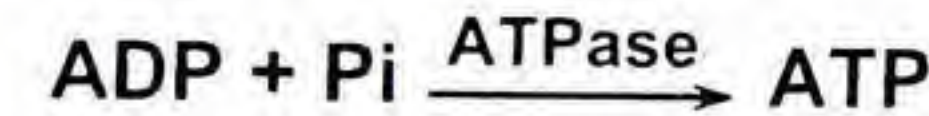
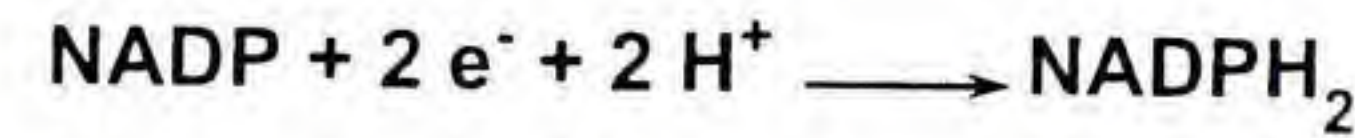
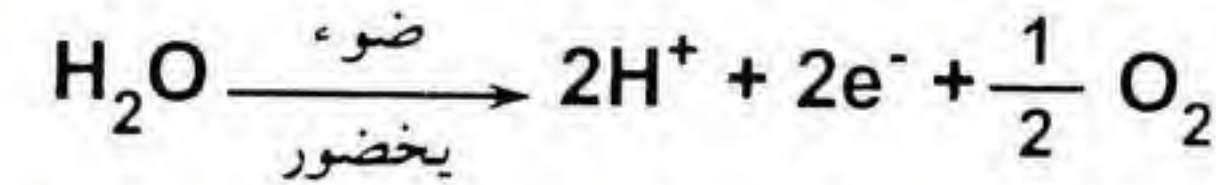


ب. المعادلة الكيميائية الإجمالية :



المراحل الأساسية :

♦ المرحلة الكيموضوئية: مقرها: التيلاكويد (الكبيسات) تكمن هذه المرحلة في:  
التحليل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وانطلاق الـ  $\text{O}_2$  وتشكيل الـ **ATP**.



♦ المرحلة الكيموحيوية : مقرها : الحشوة (المادة الأساسية).

ترجع  $\text{CO}_2$  بالنواقل المرجعة وبوجود الـ **ATP** (نواتج المرحلة الكيموضوئية) فيشكل السكر.

2. أ. البيانات :

1. طاقة ضوئية.	2. $\text{CO}_2$ - 2	3. $\text{H}_2\text{O}$ - 3
4. تركيب ضوئي.	5. $\text{O}_2$ - 5	6. سكر (جلوكوز).
7. $\text{O}_2$ - 7	8. تنفس.	9. $\text{CO}_2$ - 9
10. <b>ATP</b> - 10	11. <b>ADP</b> - 11	12. <b>Pi</b> - 12
13. تركيب حيوي، انقسام خلوي، تقلص عضلي، نقل فعال، حرارة داخلية.		

ب. تحديد طبيعة الطاقة : I. طاقة ضوئية.

II. طاقة كيميائية كامنة.

III. طاقة حيوية قابلة للاستعمال (**ATP**).

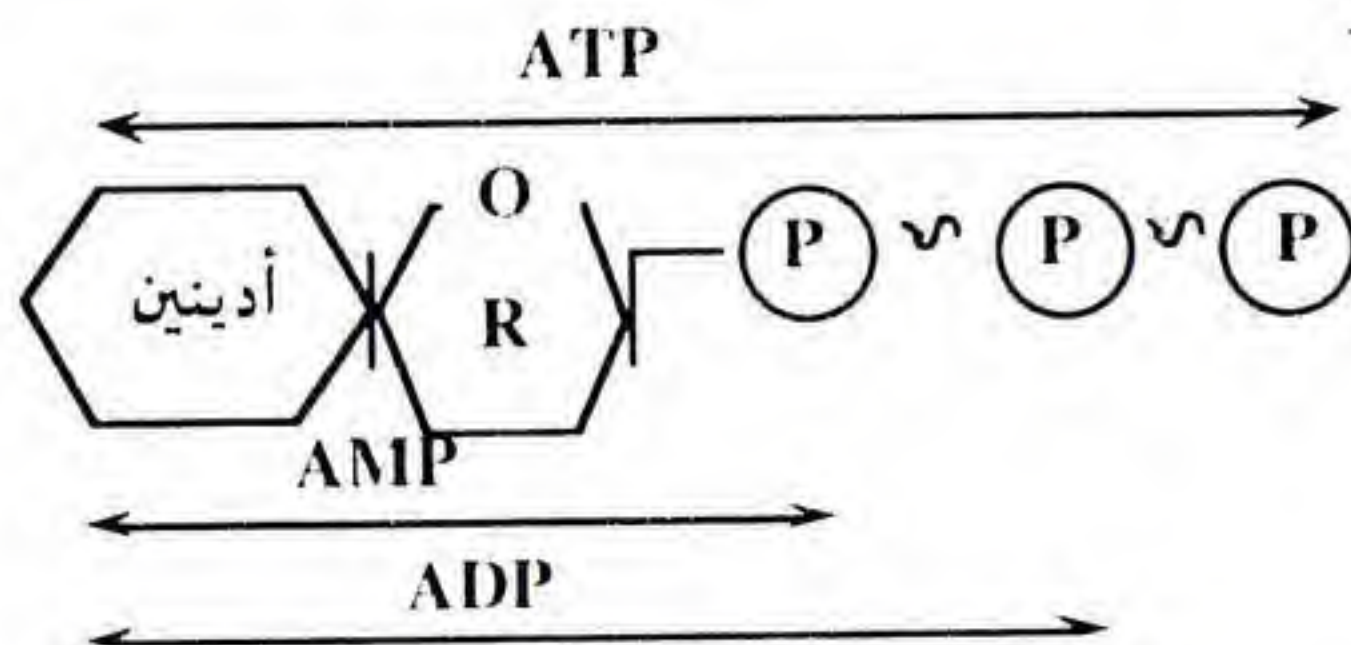
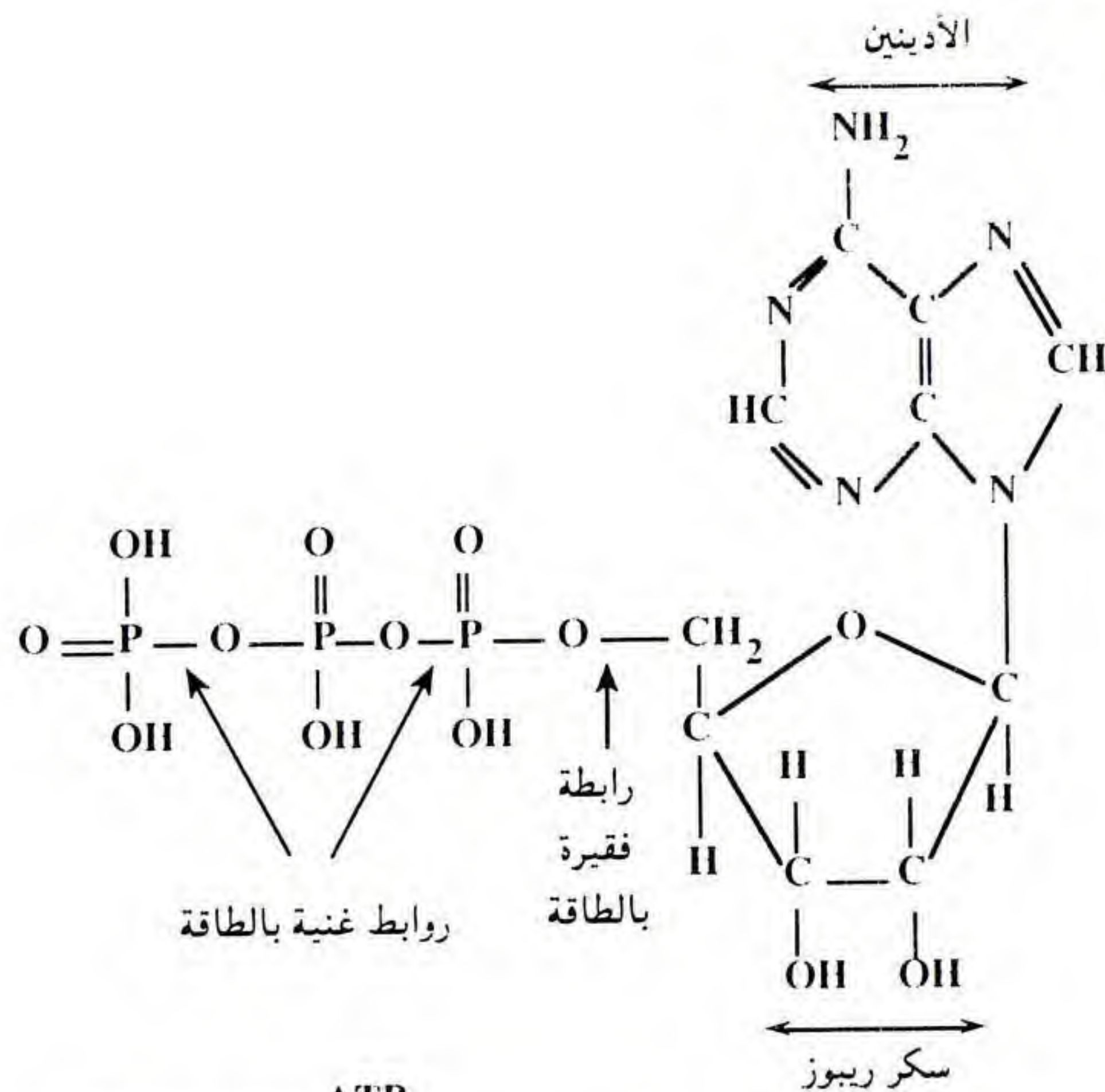
### إجابة التمرين 77 :

1. أ : مكونات الـ **ATP** :

سكر ريبوز + قاعدة آزوتية (الأدينين) + ثلاثة مجموعات فوسفاتية.

أي أدينوزين + ثلاث مجموعات فوسفاتية.

الرسم التخطيطي :



أو

2. لوجود روابط غنية بالطاقة

- تسمح بتوفير الطاقة الضرورية الفورية بإمالتها.

3. أ. المعلومات : يعتبر كل من التفاعلين (أ) و (ب) تفاعل تزاوجي : تفاعل ماص للطاقة وتفاعل ناشر للطاقة.

- هذه المزاوجة تسمح باستغلال الطاقة في كل مرة لتركيب جزيئات طاوية.

ب. يتشكل الـ **ATP** أثناء تفاعلات الهدم.

يستهلك الـ **ATP** أثناء تفاعلات البناء.



## الشكل 2 : الغشاء الداخلي.

الطبيعة الكيميائية للمركبات: - دسم فسفوري - بروتين.

المركبات	
الغشاء الخارجي	40% دسم، 60% بروتون (نفس مركبات الغشاء الهولي)
الغشاء الداخلي	20% دسم + 80% بروتون، بروتونات خاصة (نواقل الإلكترونات ونواقل البروتونات وهي إنزيمات الأكسدة والارجاع) وإنزيمات مركبة للـ ATP

5 - خلال التنفس الهوائي جزيئة واحدة من الغلوكوز تعطي 38 جزيئة ATP.

إذن عدد جزيئات الغلوكوز = وزن الغلوكوز المستهلكة / وزن جزيئة الغلوكوز  $0,5/200 = 400$  جزيئة غلوكوز

إذن 400 جزيئة غلوكوز تشكل:  $15200 = 38 \times 400$  جزيئة ATP.

### إجابة التمرين 79 :

1 - تفسير الملاحظات:

التجربة 1 : نلاحظ أن البكتيريا اتجهت نحو حافة الصفيحة وحول الفقاعة الهوائية بحثا عن الأوكسجين وذلك لوفرة الأوكسجين في الموقعين

التجربة 2 : نظرا لوجود المادة الشمعية التي تمنع مرور الهواء لذلك نجد أن البكتيريا توزعت في كامل الصفيحة عشوائيا.

التجربة 3 : نلاحظ أن البكتيريا تتجه نحو الفقاعة وحافة الصفيحة بحثا عن الأوكسجين لعدم قيام الأشنة بالتركيب الضوئي فعدم طرح الأوكسجين من قبلها وأنها تقوم بالتنفس فقط.

التجربة 4 : بوجود الضوء فالأشنة تقوم بعملية التركيب الضوئي فتطرح الأوكسجين لذا نجد البكتيريا تتجه نحو خيط الأشنة لوجود الأوكسجين.

التجربة 5 : نلاحظ تجمع البكتيريا حول خيط الأشنة بصورة غير متماثلة حيث يوجد تجمع كبير في منطقة الاشعاعات الحمراء والبنفسجية وقليلة في مناطق الاشعاعات الأخرى ومنعدمة في منطقة الاشعاعات الخضراء مما يدل على أن شدة التركيب الضوئي تختلف حسب طول الموجة.

2 - الملاحظة المتوقعة :

- بوجود المادة الشمعية تتوزع عشوائيا في كامل الصفيحة.

4 - أ. العضية - أ. هي صانعة خضراء.

العضية - ب. هي ميتوكوندري.

البيانات : 1 - غشاء خارجي. 2 - غشاء داخلي. 3 - صفيحة (تيلاكويد).

4 - حشوة. 5 - حبيبة. 6 - غشاء خارجي. 7 - غشاء داخلي.

8 - حيز. 9 - حشوة. 10 - عرف.

ب. العضية - أ. ظاهرة تركيب ضوئي.

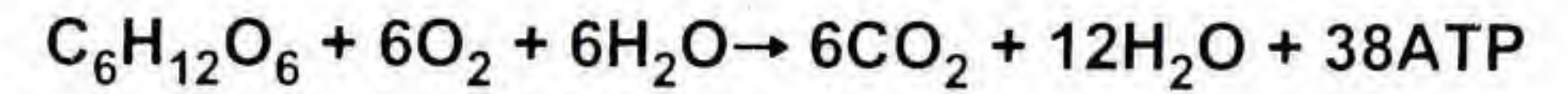
العضية - ب. ظاهرة تنفس (أكسدة خلوية)

### إجابة التمرين 78 :

1 - العضية هي الميتوكوندري:

2 - أ. الظاهرة التي تحدث في مستوى الميتوكوندري هي الأكسدة الخلوية.

التفاعل الإجمالي :



ب. الكتلة المولية للغلوكوز  $C_6H_{12}O_6 = 180$  غ.

كمية الطاقة لمول غلوكوز 15,9 كيلو جول  $180 \times 15,9 = 2862$  كيلو جول.

ج. بما أن صافي انتاج الطاقة يبلغ 38 مول ATP للمول الواحد من الجلوكوز وأن تشكل جزيئة واحدة من ATP يتطلب طاقة تعادل 30 كيلو جول لذا يمكننا تقدير الطاقة المخزنة على شكل ATP عند استعمال جزيئة جلوكوز على الشكل التالي :

$$ATP \times 38 = 1140 \text{ كيلو جول}$$

المردود الطاقوي  $1140 \times 100 / 2862 = 40\%$  كيلو جول

3 - العلاقة الموجودة بين الميتوكوندريا والنشاط الفيزيولوجي للخلية هي :

- امداد النطاف بالطاقة اللازمة لضمان حركة الأسواط.

- امداد الألياف العضلية بالطاقة اللازمة لضمان تقلصها.

- امداد الخلايا الأم للكريات الحمراء بالطاقة اللازمة لتركيب البروتين (خضاب الدم).

4 - عنوان الشكل 1 : غشاء خارجي.

الطبيعة الكيميائية للمركبات: - دسم فسفوري - بروتين.



- بغياب المادة الشمعية تتجه نحو حواف الصفيحة وحول الفقاعات الهوائية إن وجدت لأن محلول اليخضور الخام تمتص الاشعاعات الضوئية بكمية كبيرة فلا تصل إلى الأشنه، لذلك تنخفض شدة التركيب الضوئي.

3 - الاستنتاج : الاشعاعات الأكثر امتصاصا هي الأكثر أهمية أو فعالية في عملية التركيب الضوئي.

4 - استعملت البكتيريا كمقياس حيوي (جهاز) لمعرفة تركيز الـ  $O_2$  وبالتالي تحديد شدة التركيب الضوئي والعلاقة بين عدد البكتيريا المتجمعة وشدة التركيب الضوئي طردية.

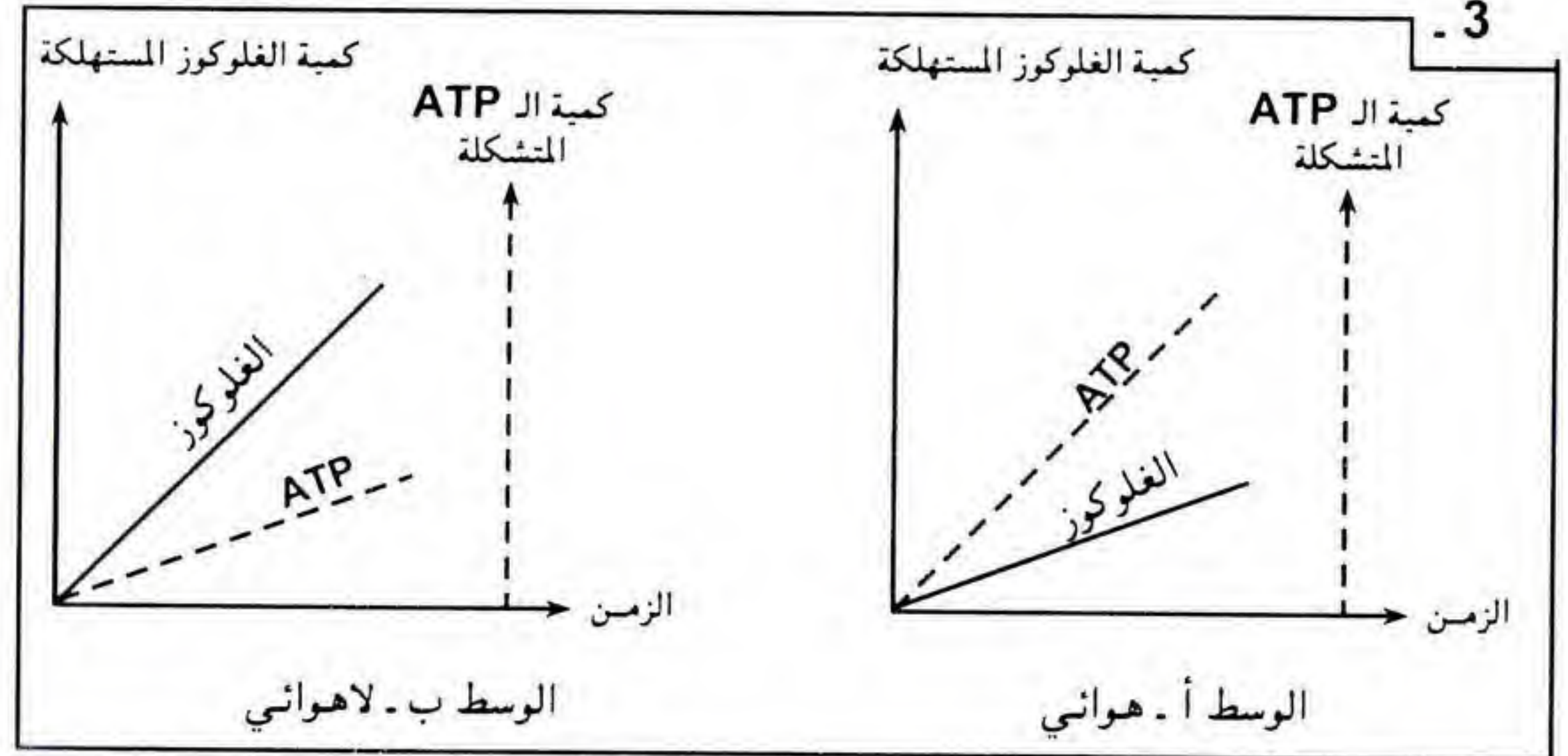
ب - 1 - المعلومات :

في الوسط الهوائي : استهلاك كمية قليلة من الغلوكوز ← انتاج كمية كبيرة من الطاقة ← نمو معتبر للخميرة ← إذا الهدم كان تاما (تنفس).

في الوسط اللاهوائي : استهلاك كبير للغلوكوز ← انتاج كمية قليلة من الطاقة نمو ضعيف للخميرة ← إذا هدم الغلوكوز كان جزئيا (تخمير).

2 - إن النشاطات الخلوية المتمثلة في الانقسام الخلوي وصنع البروتينات تتطلب طاقة، حيث أنها نشيطة في الوسط الهوائي وضعيفة في الوسط اللاهوائي مما يدل على أن الطاقة التي توفرت في الوسط "أ" الهوائي معتبرة وكانت أكبر من الطاقة التي توفرت في الوسط "ب" اللاهوائي وهذا يدعم المعلومات الموجودة في الجدول.

3 -



التعليق:

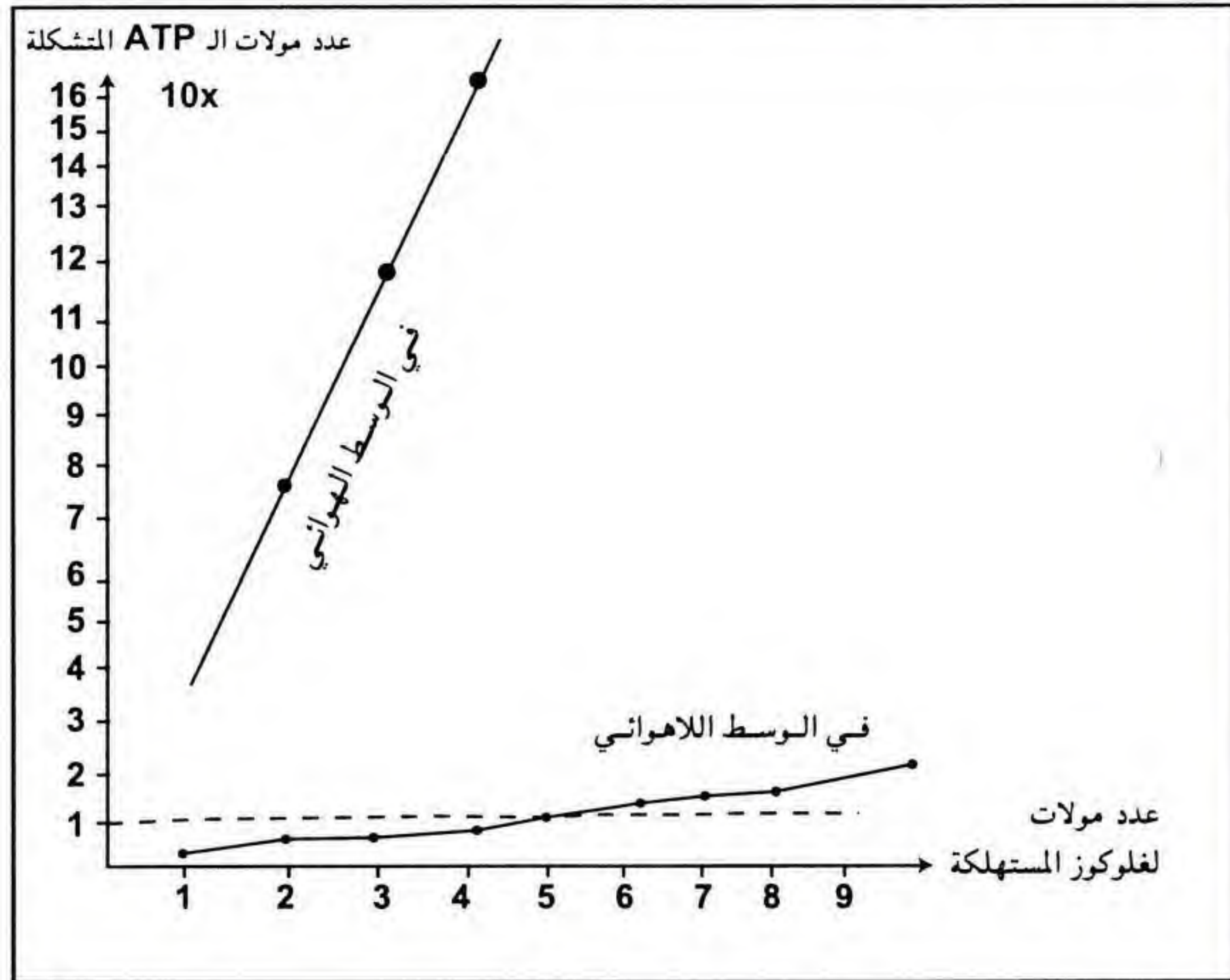
في الوسط الهوائي "أ" : التفكك تام فكل مول غلوكوز ينتج 38 مول ATP.

في الوسط اللاهوائي "ب" : التفكك جزئي فكل مول غلوكوز ينتج 2 مول ATP

مثلا فللحصول على نفس الكمية من الـ ATP الخميرة تستهلك عددا كبيرا جدا من جزيئات الغلوكوز في الوسط اللاهوائي عما هو في الوسط الهوائي بنسبة 1/19 أي أن الخميرة تستهلك 1 مول غلوكوز للحصول على 38 جزيئة ATP في الوسط الهوائي.

في حين في الوسط اللاهوائي تستهلك 19 مول غلوكوز للحصول على 38 جزيئة ATP.

والمنحنى الموالي يوضح العلاقة بين عدد مولات الغلوكوز المستهلكة وعدد مولات الـ ATP المتشكلة في الوسط الهوائي واللاهوائي.



إجابة التمرين 80 :

1 - البيانات :

1 - ATP . 2 -  $NADPH_2$  . 3 - الغلوكوز . 4 - النشاء .

5 - حمض البيروفيك . 6 - الأكسدة الخلوية . 7 -  $O_2$  . 8 -  $CO_2$  .

9 -  $NADH_2$  . 10 - إيثانال . 11 - إيثانول .



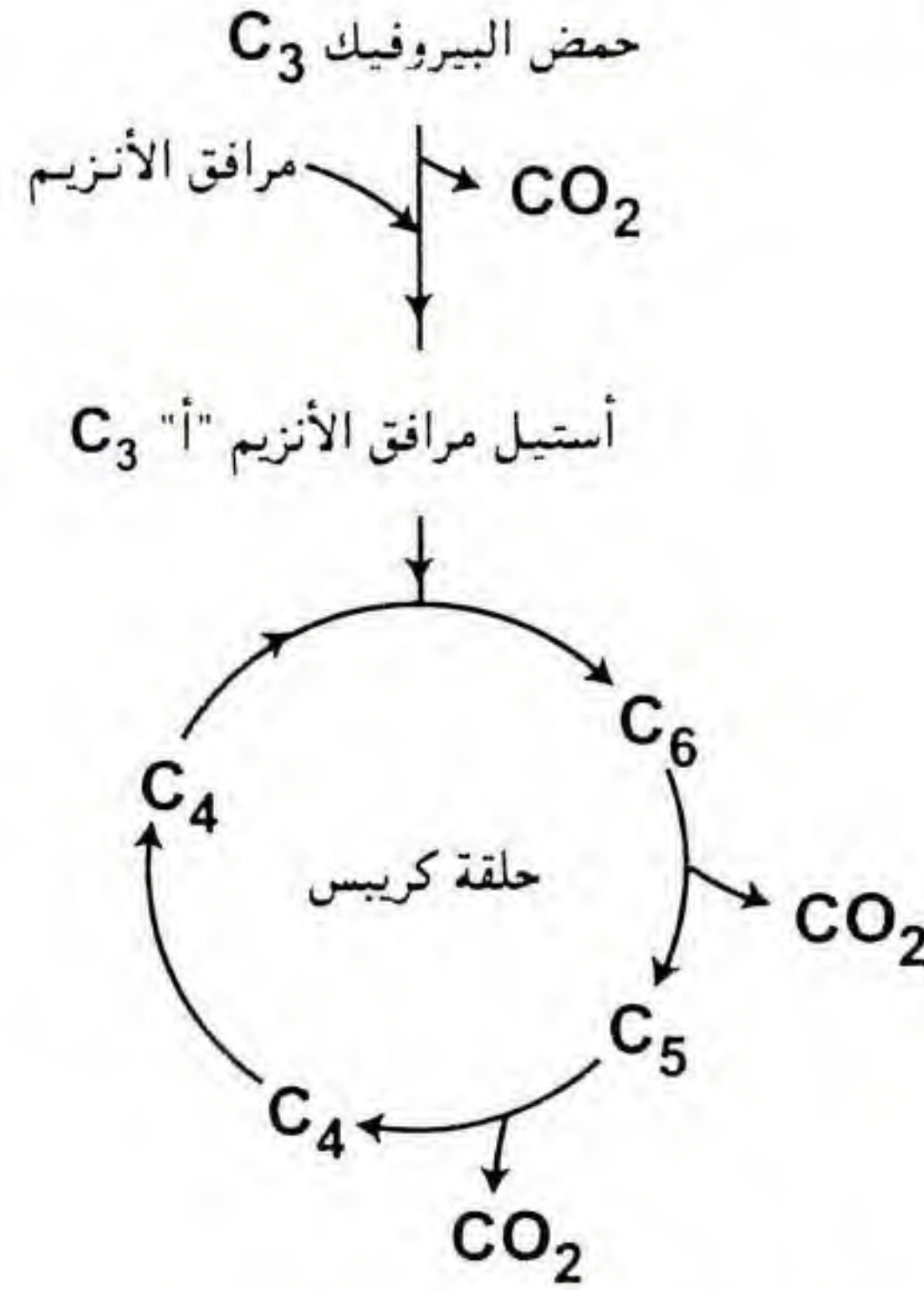
بعد ز1 عند إضافة حمض البيروفيك نقص حجم O2 وزاد حجم CO2 (تم استعمال حمض البيروفيك).

نتيجة : الميتوكوندري تستعمل حمض البيروفيك كمادة أيض ولا تستعمل الغلوكوز.

ب - العلاقة بين حمض البيروفيك و CO2 :

ينتج CO2 من تفكك حمض البيروفيك.

المخطط الإجمالي :



ج - النتائج عند إضافة خلايا الفطر : لا تتغير النتائج.

التعليق : إضافة الغلوكوز : الخلايا الكاملة قادرة على استعمال الغلوكوز كمادة أيض فتحوله إلى حمض البيروفيك في الهيولى، تتواصل بعد ذلك أكسدة حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري باستعماله ال O2 وطرح CO2 لذلك تظهر نفس النتائج الملاحظة في الوثيقة (2).

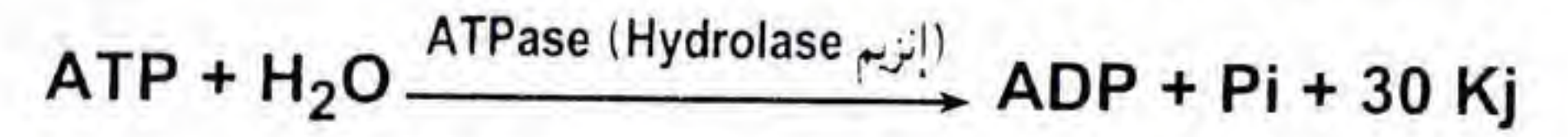
أ - إضافة حمض البيروفيك فيستعمل مباشرة من طرف الميتوكوندري داخل الخلية الكاملة فنتحصل على نفس النتائج بعد ز1.

4 - أ - تفسير النتائج :

في الظلام كمية السكر و O2 و CO2 ثابتة.

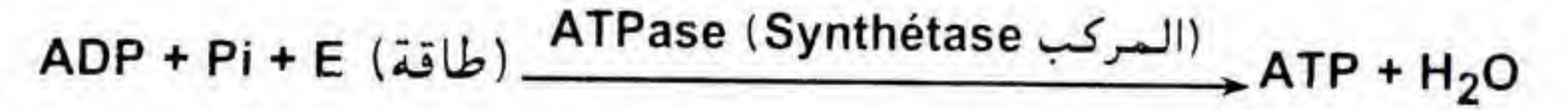
عند تعريض الصانعة الخضراء للضوء تزداد كمية السكر و O2 وتنخفض كمية CO2. نفس ذلك بأنه في وجود الضوء تقوم الصانعة الخضراء بالبناء الضوئي فتركب

2 - أ - معادلة إمالة ال ATP :



الانزيم : هو الانزيم المميه لل ATP (انزيم ATPase هيدروليز Hydrolase)

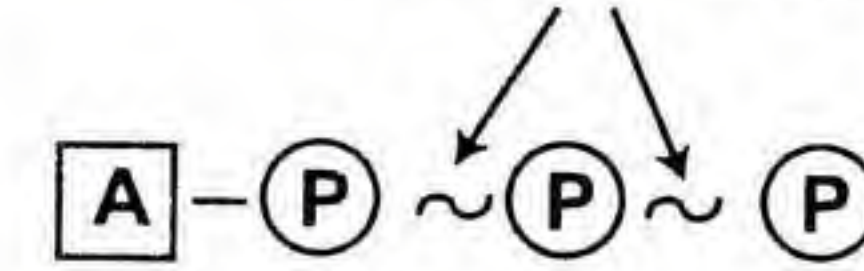
والانزيم الآخر : هو انزيم التركيب (ATP سنتاز)



ب - الأحرف : أ - سكر الريبوز. ب - قاعدة الأدينين. ج - ثلاث مجموعات فوسفاتية.

ج - لاحتوائها على روابط فوسفاتية غنية بالطاقة.

روابط غنية بالطاقة



3 - أ - لتوليد الحرارة لتعويض الحرارة المفقودة (1).

ب - لتركيب مادة من اتحاد مادتين بينهما رابطة كيميائية (2).

ج - لانتقال مادة عكس تدرج التركيز (النقل الفعال) (3).

د - الطاقة اللازمة للحركة كالتقلص العضلي (4).

ب - لا يمكن اقتراح بدائل لل ATP للحصول على الطاقة لأنه المصدر الوحيد للحصول على الطاقة المباشرة في النشاطات الخلوية فهي العملة المتداولة بين الخلية ونشاطاتها.

### إجابة التمرين 81 :

1 - البيانات :

1 - جدار سيلولوزي. 4 - ميتوكوندري. 7 - هائلوبلازم.

2 - غشاء هيولي. 5 - نواة. 8 - فجوة.

3 - شبكة محببة. 6 - صانعة خضراء. 9 - جهاز زكولجي.

2 - رسم الصانعة والميتوكوندري راجع التمارين السابقة.

3 - أ - تفسير النتائج :

- بين (ز0 - ز1) في وجود الغلوكوز بقي حجم O2 و CO2 ثابتا (لم يتم استعمال الغلوكوز).



السكر انطلاقاً من تثبيت  $CO_2$  ويتم خلال هذه الظاهرة تحرير  $O_2$  من التحلل الضوئي للماء.

ب - التجربة المقترحة :

مبدأ التجربة : استعمال طريقة الوسم بالعناصر المشعة.

- نضع أشنة خضراء في وسط ملائم يحوي  $CO_2^*$  كاربونه مشع ومعرض للضوء نلاحظ تشكل سكريات تحوي  $C^*$  مشع.

- نضع أشنة خضراء في وسط ملائم يحوي  $H_2O^*$  ذو أوكسجين مشع معرض للضوء نلاحظ أن الـ  $O_2^*$  المنطلق مشعاً.

(\*) تعني الإشعاع).

الخلاصة :

مصير غاز الفحم الممتص : يدخل في تركيب السكر.

مصدر الأوكسجين  $O_2$  المطروح : التحليل الضوئي للماء.

ج - وظيفة العنصر 6 :

تقوم الصانعة الخضراء بالتركيب الضوئي، تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في جزيئات السكر.

د - مفهوم الكائن الحي ذاتي التغذية :

الكائن ذاتي التغذية هو الذي يستطيع أن يستعمل المواد المعدنية كمصدر وحيد لتركيب مواده العضوية مثل النبات الأخضر.

### إجابة التمرين 82 :

1. أ - تمثل البقع المحصل عليها في الوثيقة (1) المركبات التي تم تشكيلها أثناء حدوث عملية التركيب الضوئي والتي تم خلالها دمج  $CO_2$  ذو الكربون المشع.

2 - تسمية المركبات المحصل عليها :

- في الزمن = 1 ثانية : باسقاط نتائج اللوحة الأولى المحصل عليها بعد 1 ثانية مع اللوحة 3 المحصل عليها بعد 30 ثانية نجد أن المركب المتشكل هو الـ **APG** (حمض الفوسفوغليسريك).

- في الزمن = 2 ثانية : باسقاط نتائج اللوحة الثانية المحصل عليها بعد 2 ثانية مع اللوحة 3 المحصل عليها بعد 30 ثانية نجد أن المركب المتشكل هو  **$C_3P$**  (سكر ثلاثي الكربون مفسفر).

3 - الفرضيات المقدمة فيما يخص مصدر الـ **APG** :

- الفرضية الأولى : يتثبت الـ  $CO_2$  على مركب ثنائي الكربون قد يوجد بالهيولى الخلوية ليعطي جزيئات الـ **APG** ثلاثية الكربون.

- الفرضية الثانية : يتثبت الـ  $CO_2$  على مركب خماسي الكربون مشكلاً مركباً سداسي الكربون الذي ينشطر ليعطي جزيئات الـ **APG** ثلاثية الكربون.

- الفرضية الثالثة : ثلاث جزيئات من  $CO_2$  تشكل الـ **APG**.

II - 1. أ - تفسير تساير كميتي الـ **APG** و الـ **Rudip** في الفترة قبل ز = 500 ثانية :

- يتم هذا التساير بين الكميتين نتيجة تثبيت  $CO_2$  على الـ **Rudip** الذي ينتج عنه الـ **APG** الذي يجدد بدوره الـ **Rudip** في وجود الضوء ( $NADPH, H^+$  و  $ATP$ ) أي الكميات المتحولة من أحدهما إلى الأخرى ثابتة.

ب - تحليل منحني الوثيقة (2) في الفترة الممتدة من ز = 500 ثانية إلى ز = 1000 ثا.

- بعد 500 ثانية وفي وجود الضوء وغياب  $CO_2$  يزداد تركيز الـ **Rudip** بسرعة ويتزامن ذلك بانخفاض تركيز الـ **APG** ، ثم يتناقص تدريجياً تركيز الـ **Rudip** في الوقت الذي يتواصل فيه تناقص تركيز الـ **APG** ، إلى أن ينعدم تركيزهما تقريباً عند 1000 ثا.

ج - الاستنتاج فيما يخص العلاقة بين الـ **APG** و الـ **Rudip** : هي أن كلا منها ينتج من الآخر بشرط توفر الضوء و  $CO_2$ .

2 - نعم تسمح هذه النتائج بتأكيد الفرضية الثانية المقترحة في السؤال I - 3

- التعليل : - يتم تشكيل الـ **APG** بعد تثبيت جزيئة الـ **Rudip** لجزيئة واحدة من الـ  $CO_2$  مشكلاً مركب سداسي الكربون الذي ينشطر إلى جزيئين من الـ **APG**.  
- لأنه في غياب  $CO_2$  يحدث تناقص الـ **APG**.

III - مخطط بسيط يوضح العلاقة بين الـ **APG** و الـ **Rudip** :





1. ا. وضع البيانات المشار إليها بالأرقام :

1. ميتوكوندري ، 2. نواة ، 3. هيولى (هايلوبلازم) ، 4. فجوة

2. المقارنة بين النتائج التجريبية في الوسطين :

أوجه المقارنة	الوسط الهوائي	الوسط اللاهوائي
1. الميتوكوندريات	عديدة ونامية	قليلة وضامرة
2. كمية ATP المتشكلة	كبيرة نسبيا	قليلة جدا
3. المردود	عالي	ضعيف
4. كمية الإيثانول المتشكلة	آثار	كبيرة نسبيا

3. الظاهرة الفسيولوجية التي تحدث في كل وسط :

\* في الوسط الهوائي : ظاهرة التنفس.

\* في الوسط اللاهوائي : ظاهرة التخمر.

التعليل :

التنفس : وجود ميتوكوندريات عديدة ونامية، والكمية العالية من الـ

ATP وعدم تشكل الإيثانول.

التخمر : قلة الميتوكوندريات وغير نامية، وتشكل كمية معتبرة من

الإيثانول وكمية قليلة من الـ ATP.

4. الاستنتاج :

مردود التنفس عال ومردود التخمر ضعيف.

5. المعادلة الإجمالية لكل ظاهرة :

\* ظاهرة التنفس: كبيرة  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + E$

\* ظاهرة التخمر: ضئيلة  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH + E$

II. 1. التحليل المقارن للنتائج الممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2) :

قبل إضافة الأكسجين للوسط يكون تركيز البروتونات وكمية الـ ATP في

الوسط منعدمين.

عند إضافة الأكسجين يزداد تركيز البروتونات في الوسط وكمية الـ ATP

وبعد ذلك ينخفض تركيز البروتونات تدريجيا في حين يستمر تشكيل الـ

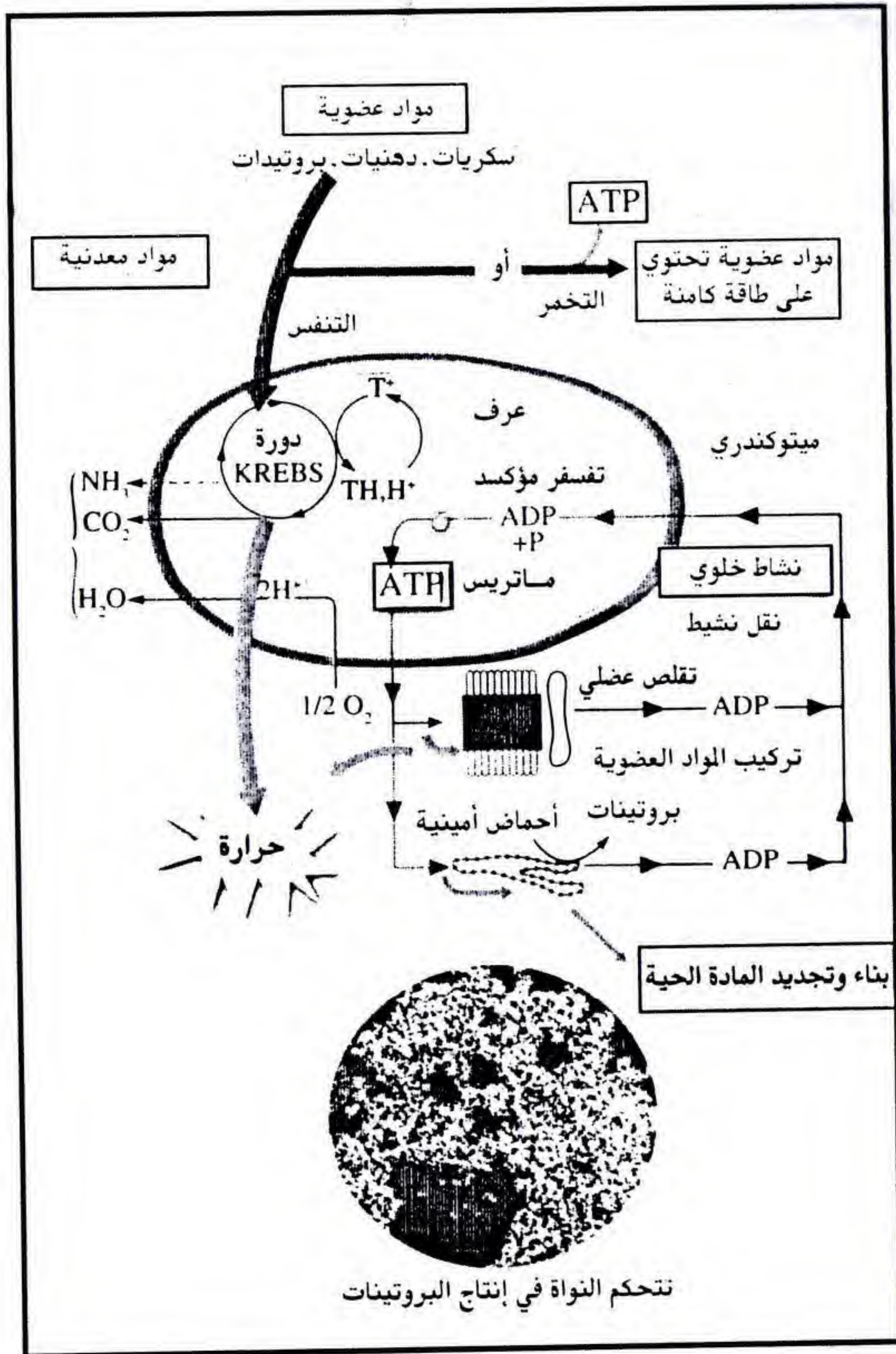
ATP ببطء.

2. الاستنتاج :

وجود الأكسجين يسبب تحرير البروتونات الذي ينتج عنه تركيب الـ ATP.

3. الرسم التخطيطي : (الفسفرة التأكسدية راجع التمرين 46).





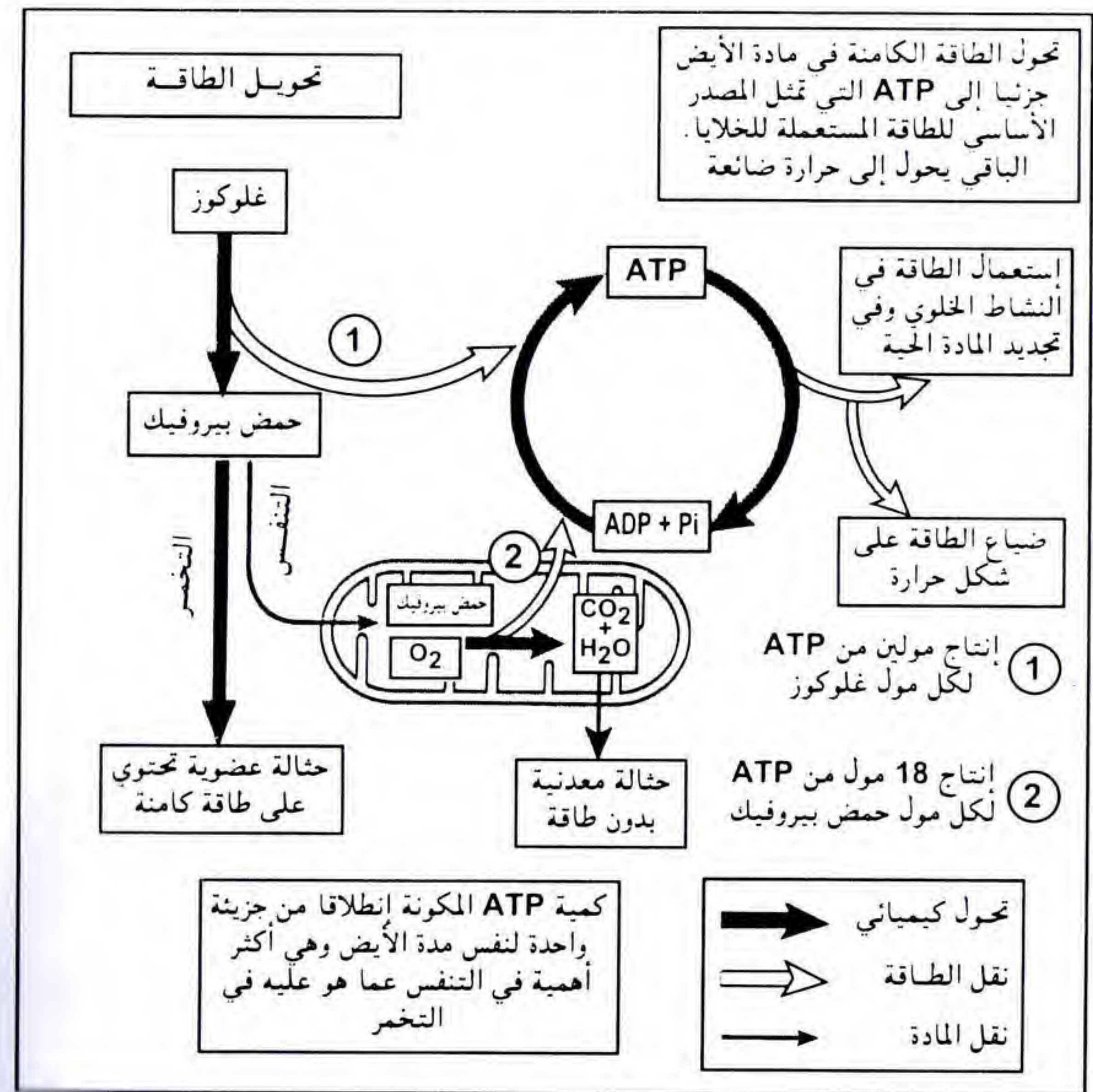
تعتبر خزانة الـ ATP المصدر الأساسي للطاقة المستخدمة مباشرة من طرف الخلايا، ولكن مخزون الخلية من الـ ATP محدود جداً، داخل الخلية لذا لا بد من تجديدها باستمرار بفضل ظاهرتي:

1- التنفس: مادة الأيض  $\xrightarrow{\text{نزع هـ لـ H}}$  حالة معدنية بدون طاقة.

2- التخمر: مادة الأيض  $\xrightarrow{\text{نزع جزئي لـ H}}$  حالة عضوية تحوي طاقة كامنة.

والظاهرتين يتضمنان مرحلة موحدة وهي التحلل السكري في الهائلوبلازم يتحول بموجبها الغلوكوز إلى حمض البيروفيك.

وبذلك تكون كمية الـ ATP المتشكلة في التنفس أهم بكثير مما هو في التخمر.





## الفهرس

رقم الصفحة	العنوان
03	- المقدمة .....
05	1 - المجال الأول: - التخصص الوظيفي للبروتينات.....
05	V - دور البروتينات في الإتصال العصبي.....
177	2 - المجال الثاني: - تحويل الطاقة .....

تعتبر الحاجات من المادة والطاقة أساسية لضمان تشييد بنيات الكائنات الحية وصيانتها، وكذلك لتمكين هذه الكائنات من إنجاز وظائفها. وتعتبر تبادلات المادة والطاقة بين الكائن الحي والمحيط قاعدة أساسية تعم مختلف الكائنات الحية.

فعلى مستوى الخلية، تنتج الظواهر البيولوجية (النمو، تجديد البنيات، الحركة...) من تفاعلات محررة للطاقة وأخرى مستهلكة لها، وتشكل جزيئة **ATP** الوسيط الأمثل لهذه التفاعلات. وتستخلص الطاقة من مواد الأيض بواسطة سلسلة من التفاعلات الكيميائية (التنفس أو التخمر) ويحرر جزء من هذه الطاقة على شكل حرارة.

تستعمل الطاقة المستخلصة من **ATP** في مختلف الأنشطة البيولوجية (حركة، تركيب، نقل فعال...).